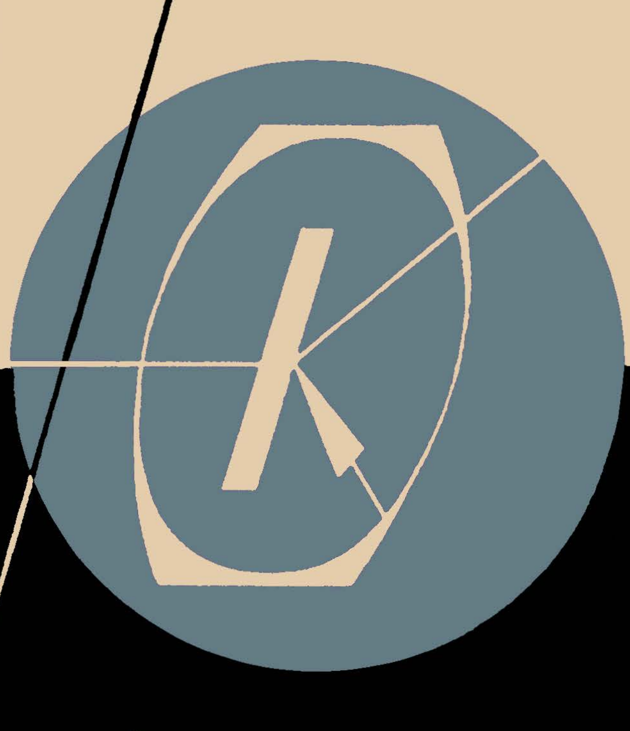




ОКУДЗАВА СЕЙКИТИ

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ КОНСТРУКЦИИ НА ТРАНЗИСТОРАХ

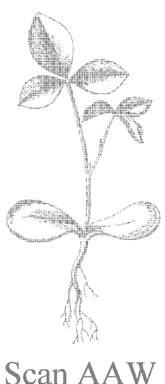
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

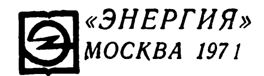
Выпуск 754

ОКУДЗАВА СЭЙКИТИ

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ КОНСТРУКЦИИ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Перевод с японского Г. Б. Зворонo





«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1971

6Ф2.9
С28
УДК 621.396 : 621.382.3

Окудзава Сэйкити

С 28 Радиолюбительские конструкции на транзисторах. Пер. с японск. М., «Энергия», 1971.

184 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 754)

В книге описано 27 конструкций приемников, усилителей, электронных реле и сигнализаторов, которые могут быть повторены с применением отечественных радиодеталей.
Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

3-4-5
321-70 **6 Ф2.9.**

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Предлагаемая советскому читателю книга Окудзава Сэйкити «Радиолюбительские конструкции на транзисторах» интересна как сборник разнообразных конструкций, освещающих уровень радиолюбительства в Японии, и как пособие для начинающих радиолюбителей. В книге в довольно простой и своеобразной форме описаны принципы действия и способы изготовления различных радиоэлектронных устройств.

Все описываемые в книге конструкции могут быть повторены с применением отечественных радиодеталей и транзисторов. Рекомендации по замене деталей японского производства отечественными приведены в конце книги в виде приложений к каждой главе.

Редакция надеется, что книга Окудзава Сэйкити заинтересует советского читателя и принесет ему определенную пользу. Отзывы и пожелания просим направлять по адресу: Москва, М-114, Шлюзовая набережная, 10, издательство «Энергия».

РЕДАКЦИЯ МАССОВОЙ РАДИОБИБЛИОТЕКИ

ОТ АВТОРА

Для современного уровня развития техники характерно самое широкое применение транзисторов. Они выполняют основные функции в радиоприемниках, телевизорах, устройствах селекторной связи и т. п. Можно смело утверждать, что без знания того, что представляет собой транзистор, современный человек не может идти в ногу со временем.

Предлагаемая книга предназначена для желающих изучить работу различных типов электронной аппаратуры с применением транзисторов. Поэтому в книге приведено большое число транзисторных радиосхем, работа которых была проверена автором экспериментально и которые хорошо зарекомендовали себя на практике. Изучение транзисторных схем целесообразно начинать с ознакомления с устройством радиоприемников, простейшим из которых является описанный в книге приемник на одном транзисторе. После ознакомления с работой одно- и двухкаскадных транзисторных приемников читатель окажется достаточно подготовленным для понимания работы более сложной аппаратуры: приемников супергетеродинного типа, бытовых электронных приборов и т. п.

Очевидно, в процессе изучения электронных схем огромную роль играют практические навыки, ввиду чего в книге приведено большое количество схем, таблиц и другого иллюстративного материала, что позволяет читателю самому выполнять монтаж и настройку схем, относящихся к изучаемому вопросу.

Если читатель в состоянии самостоятельно построить тот или иной прибор, но тем не менее не понимает принципов его работы, овладение дальнейшим материалом, естественно, окажется непродуктивным. Чтобы повысить эффективность усвоения материала, в начале каждой главы излагаются теоретические основы работы соответствующего класса аппаратуры.

Автор надеется, что книга окажется полезной как для тех, кто только собирается изучать бытовую транзисторную аппаратуру, так и для тех, кто уже начал ее изучение, но, не зная основ радиоэлектроники, неизбежно сталкивается с серьезными трудностями.

ОКУДЗАВА СЭЙКИТИ

Глава первая

ПРИЕМНИК НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ, СОБИРАЕМЫЙ БЕЗ ПОМОЩИ ПАЯЛЬНИКА

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Сборка любого радиоприемника заключается в том, что его отдельные детали определенным образом соединяют одну с другой. Соединение деталей может быть выполнено простым скручиванием их выводов, гайками и винтами, пайкой и т. п. Первый способ соединения состоит в том, что выводы соответствующих деталей накручиваются друг на друга. Скручивание — наиболее простой и быстрый способ монтажа в том случае, когда необходимо соединить небольшое число деталей. Однако электрической контакт между скрученными выводами отдельных деталей ненадежен, а сами выводы могут легко отломиться.

Резьбовое соединение радиодеталей состоит в закреплении их выводов на шасси или монтажной плате с помощью гаек и винтов. Если гайка затянута достаточно плотно, то контакт между выводами будет надежным, но при увеличении количества монтируемых деталей возрастает и число винтов и гаек, что, очевидно, нежелательно. При большом количестве деталей они, как правило, соединяются пайкой. Однако радиолюбитель, собирающий свой первый приемник, вовсе не должен стремиться к тому, чтобы соединения отдельных деталей в его конструкции непременно были выполнены способом пайки — если от пайки можно отказаться, это только облегчит сборку схемы. Для ознакомления с особенностями сборки и настройки радиосхем начинающему любителю можно рекомендовать простейший приемник, набор деталей для которого выпускается фирмой «Кагаку кёдзайся». Сборка этого приемника производится с помощью гаечно-винтовых соединений на картонном шасси.

СБОРКА ПРИЕМНИКА

Данный приемник собирают по очень простой схеме (рис. 1-1) на одном транзисторе. Его чувствительность не слишком высока. Поскольку число деталей схемы невелико, каких-либо непредвиденных трудностей при ее сборке ожидать не приходится.

Прежде чем приступить к монтажу приемника, необходимо изготовить катушку индуктивности, для чего на каркас согласно рис. 1-2 наматывают провод в эмалевой изоляции. С обоих концов каркаса находятся отверстия, через которые пропускают концы монтажного провода. На рис. 1-2 провод показан пропущенным через соответствующие отверстия только один раз, если же его пропустить через

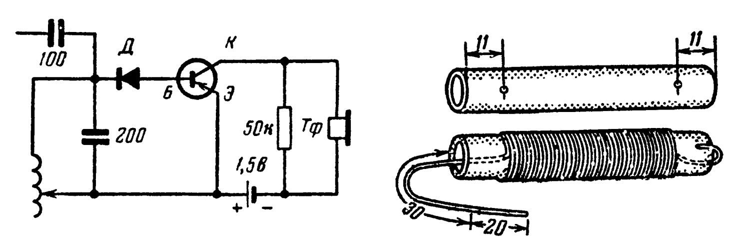


Рис. 1-1. Принципиальная схема приемника.

Рис. 1-2. Намотка катушки индуктивности.

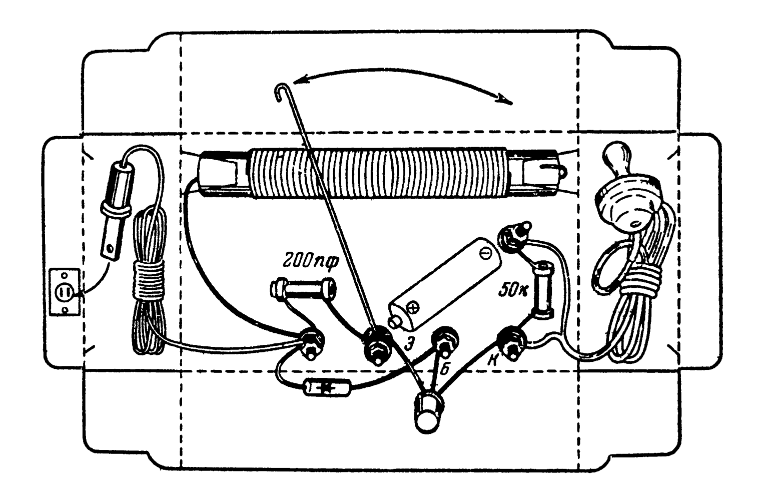


Рис. 1—3. Картонное шасси, на котором собирается приемник.

них не один, а два раза, это не даст намотке ослабнуть и сползти с каркаса. Один конец провода на длину приблизительно 20 *мм* следует зачистить наждачной бумагой, чтобы снять с него эмалевую изоляцию.

Далее на поверхности катушки в направлении ее оси с помощью наждачной бумаги надо провести «дорожку» шириной около 3 *мм*, по которой будет перемещаться контактирующий с проводом катушки движок; перемещением движка осуществляется настройка приемника. Удалять эмаль следует легкими, несильными движениями так, чтобы медь провода была оголена лишь в верхней части каждого

витка. В противном случае между соседними витками может произойти короткое замыкание.

Как показано на рис. 1-3, на шасси в местах установки отдельных деталей напечатаны их изображения; в тех точках, куда в дальнейшем будут введены винты, имеются отверстия. После того, как плату перегибают по пунктирным линиям, в эти отверстия вставляют винты, на которые накладывают шайбы. Выводы деталей заводят между шайбами и затягивают гайкой.

Далее с внутренней стороны шасси устанавливают удерживающую батарею пружину, после чего устанавливают движок. Перед тем, однако, следует закрепить выводы еще двух деталей (вывод конденсатора 200 *пф* и эмиттерный вывод транзистора), прижав их с помощью гайки. Поверх этой гайки и монтируют движок, который фиксируется второй гайкой.

ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Батарею закрепляют в картонном шасси пружиной, которая в свою очередь крепится с помощью винта. Если батарея держится неплотно, пружину следует немного подогнуть. Установка батареи в корпусе производится, естественно, с учетом ее полярности.

Теперь штекер сетевой антенны следует вставить в розетку электроосветительной сети. Конденсатор 100 *пф*, показанный на принципиальной схеме рис. 1-1, уже смонтирован внутри антенного штекера, поэтому отдельно его включать не следует.

Движок должен иметь надежный контакт с обмоткой катушки индуктивности. Перемещая его вдоль обмотки, следует настроиться на какую-нибудь станцию. При точной настройке громкость звука возрастает. Если избирательность приемника невелика, штекер антенны следует вытянуть из розетки и обмотать антенный провод вокруг проводов электроосветительной сети 3—5 раз. Поскольку в данном приемнике выключатель питания не предусмотрен, то после достаточно долгого пользования приемником его батарея, очевидно, разрядится. Однако ток, проходящий через приемник, настолько мал, что батарея будет разряжаться очень медленно.

Глава вторая

ОДНОКАСКАДНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРИЕМНИК ДЛЯ НАЧИНАЮЩЕГО РАДИОЛЮБИТЕЛЯ

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Рассматриваемый в данной главе радиоприемник обладает несколько большей чувствительностью, чем описанный в предыдущей главе. Его принципиальная схема показана на рис. 2-1. Высокочастотные колебания, улавливаемые антенной, выделяются в приемнике ко-

лебательным контуром, состоящим из переменного конденсатора и катушки индуктивности, с помощью которых производится настройка на нужную радиовещательную станцию. Выделение звукового сигнала из высокочастотных колебаний осуществляется с помощью германиевого диода, а его последующее усиление — с помощью транзистора.

Подключение к приемнику миниатюрного телефона производится с помощью специального гнезда, в которое вставляется штекер телефона. Применяемое в данном случае гнездо отличается от гнезд обычного типа тем, что при введении в него штекера контакты гнезда

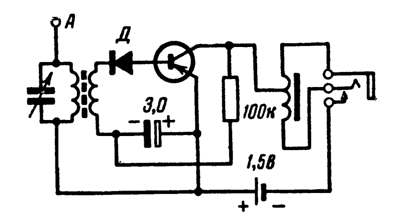


Рис. 2-1. Принципиальная схема однокаскадного транзисторного приемника.

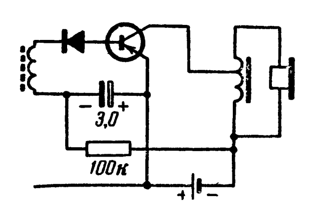


Рис. 2-2. Схема подачи смещения.

сходятся и прижимаются друг к другу, в результате чего цепь питания оказывается замкнутой. Благодаря использованию такого гнезда отпадает необходимость в применении специального выключателя питания. Действительно, при вынутом из гнезда штекере ток в цепи питания не проходит. В качестве источника питания может быть использована батарея напряжением 1,5 *в*. В обычных радиоприемниках резистор, подключенный одним концом к базе транзистора, другим своим концом соединен с одним из полюсов источника питания (рис. 2-2). В описываемом приемнике этот резистор подключен к средней точке выходного трансформатора. При таком способе его включения чувствительность схемы почти не ухудшается, а устойчивость ее работы значительно возрастает. Поскольку же приемник так или иначе работает с внешней антенной, целесообразнее добиться некоторого повышения устойчивости его работы, пусть даже ценой некоторого ухудшения чувствительности.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Радиоприемник монтируют в пластмассовом корпусе (рис. 2-3). Размеры корпуса составляют 50×70×22 *мм*, однако для приемника может быть использован и корпус с другими размерами, несколько отличающимися от указанных. Если любитель не намерен пользоваться приемником длительное время и собирает его лишь в порядке эксперимента, от применения корпуса можно отказаться вообще. Перечень деталей, необходимых для сборки приемника, приведен в помещенной далее таблице, а его монтажная схема — на рис. 2-4.

Переменный конденсатор. В качестве переменного конденсатора может быть использован любой односекционный конденсатор с максимальной емкостью 300 *пф*.

Магнитная антенна. В качестве катушки индуктивности, входящей в состав резонансного контура, используется обмотка магнитной антенны круглого сечения. Для того чтобы эту антенну было удобно разместить в корпусе, ее длина не должна превышать 40 *мм.* Однако для использования в приемнике пригодны магнитные антенны и других размеров с индуктивностью обмотки 300 *мкгн.*

Транзистор. Для усиления низкочастотных сигналов на практике используется довольно большое число типов транзисторов. В данном случае можно рекомендовать транзисторы типа 2SB-112, а также 2SB-54 или 2SB-171.

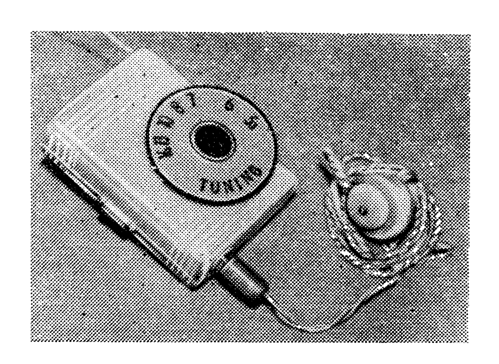


Рис. 2-3. Корпус приемника.

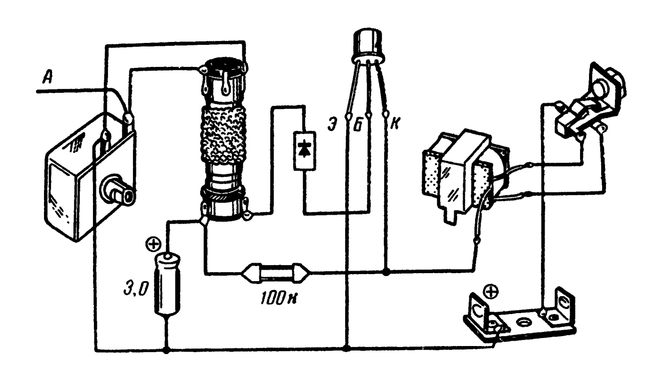


Рис. 2-4. Упрощенная монтажная схема приемника.

Диод. В приемнике могут быть использованы германиевые диоды типов SD-34, SD-46, 1N-60.

Трансформатор. В качестве выходного можно использовать трансформатор с сопротивлением первичной и вторичной обмоток соответственно 12,5 и 50 *ком.* Если говорить более строго, это не

трансформатор, а автотрансформатор, поскольку у его обмотки имеется средний вывод.

Необходимые детали

Переменный конденсатор 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзистор 2SB-112	1
Диод SD-46	1
Трансформатор ST-30	1
Конденсатор 3 *мкф*×6 *в*	1
Резистор 100 *ком*	1
Телефон кристаллического типа	1
Телефонное гнездо	1
Батарея 1,5 *в*	1
Держатель батареи	1
Диск настройки	1
Корпус	1
Гетинаксовая монтажная плата, вспомогательные контакты (заклепки с лепестком) [1] и т. п.	
Сетевая антенна с конденсатором 100 *пф* и штекером	1

[1] Автор различает два типа вспомогательных контактов: пустотелые заклепки и пустотелые заклепки с лепестком с одной стороны. (Прим. перев.).

Конденсатор. В приемнике можно использовать конденсатор емкостью от 3 до 10 *мкф* на напряжение от 3 до 10 *в*, однако некоторые отклонения от указанных пределов вполне допустимы.

Телефон. Миниатюрный, кристаллического типа.

Гнездо. В данном случае рекомендуется использовать гнездо со сходящимися контактами, которые при введении штекера прижимаются друг к другу. Если же приобрести такое гнездо не удастся, вместо него можно применить гнездо обычного типа.

СБОРКА ПРИЕМНИКА

В состав схемы данного приемника входит очень небольшое число деталей, ввиду чего ее можно было бы монтировать непосредственно на шасси. Однако транзисторные приемники, как правило, собираются на специальных монтажных платах — данный приемник также не является исключением в этом отношении. Монтажная плата представляет собой гетинаксовую или текстолитовую пластину, в соответствующих точках которой установлены вспомогательные контакты (заклепка с лепестком).

В ее верхней части размещена магнитная антенна, а в средней — переменный конденсатор (слева) и трансформатор (справа).

В приемнике, собранном автором, была применена магнитная антенна с жесткими выводами, что позволило обойтись без специальных отверстий для ее крепления. Однако если в приемнике используется антенна с гибкими выводами, ее приходится закреплять с помощью ниток или специального держателя, для установки которого в плате должны быть предусмотрены дополнительные отверстия.

Для монтажа переменного конденсатора в плате надо высверлить три отверстия — через центральное пропускается ось конденса-

тора, а два боковых предназначены для его закрепления. Переменный конденсатор крепится одним винтом к плате, а вторым — к корпусу с его внешней стороны. При таком способе монтажа плата надежно удерживается внутри корпуса. Для установки трансформатора также необходимо предусмотреть два отверстия диаметром 2 *мм*. Транзистор припаивается к лепесткам трех заклепок, которые вставляются и расклепываются в соответствующих отверстиях диаметром 2 *мм*. Отверстие для винта, которым крепится держатель батареи, находится несколько ниже отверстия, через которое должна быть пропущена ось переменного конденсатора.

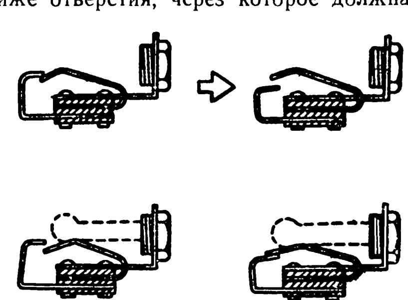


Рис. 2-5. Переделка телефонного гнезда.

В корпусе высверливаются отверстия для установки телефонного гнезда и переменного конденсатора, а также отверстия, через которые пропускаются ось этого конденсатора и антенный провод. Как уже было указано ранее, для крепления конденсатора следует предусмотреть только одно отверстие.

Телефонное гнездо одновременно используется и как выключатель питания. При введении в гнездо штекера телефона его контакты сходятся и прижимаются друг к другу. Если же в распоряжении любителя имеется гнездо обычного типа, его следует переделать так, чтобы и в нем при введении штекера контакты сходились. Для этого, как показано на рис. 2-5, контакты раздвигаются в стороны, в результате чего правый контакт переходит в верхнее положение. В экспериментальном варианте приемника было использовано гнездо, переделанное указанным образом. После того, как в корпусе и плате высверлены надлежащие отверстия, можно приступить к установке отдельных деталей схемы на плате и ее электрическому монтажу. Размещение деталей приемника на плате и соединения между ними представлены на рис. 2-6. Сборка приемника начинается с того, что в соответствующие отверстия платы с ее лицевой стороны вводятся заклепки, которые в дальнейшем расклепываются с обратной стороны платы. Направление их лепестков должно соответствовать показанному на рис. 2-6. После этого производится установка держателя батареи. Следует учитывать, что если держатель будет закреплен на плате винтом, то батарея в него уже не войдет. Поэтому держатель необходимо устанавливать также с помощью заклепки. На следующем этапе монтажа на плате крепятся трансформатор и переменный конденсатор.

На магнитной антенне имеются две обмотки с различным количеством витков. Обмотка с бо́льшим количеством витков, служащая в качестве катушки индуктивности резонансного контура (контурная катушка), подключается к переменному конденсатору, а обмотка с меньшим числом витков (катушка связи) — к диоду и резистору 100 *ком*, а также конденсатору 3 *мкф*. Магнитная антенна с гибкими выводами крепится с помощью ниток или держателя и ее концы включаются в схему аналогичным образом. Жесткость монтажа кон-

денсатора 3 *мкф* и диода обеспечивается пайкой их выводов к лепесткам вспомогательных контактов.

Выходной трансформатор имеет три вывода, средний из которых соединяется с одним из вспомогательных контактов. К лепестку этого контакта подключаются также резистор 100 *ком* и коллектор транзистора. На вывод базы транзистора надевается трубочка из изолирующего материала, после чего каждый его вывод припаивается так, как показано на рис. 2-6. При этом во избежание короткого замыкания необходимо следить за тем, чтобы отдельные проводники не касались друг друга. Как диод, так и транзистор представляют собой элементы, весьма чувствительные к нагреванию. По этой причине при пайке выводы этих элементов во избежание перегрева следует придерживать металлическим пинцетом.

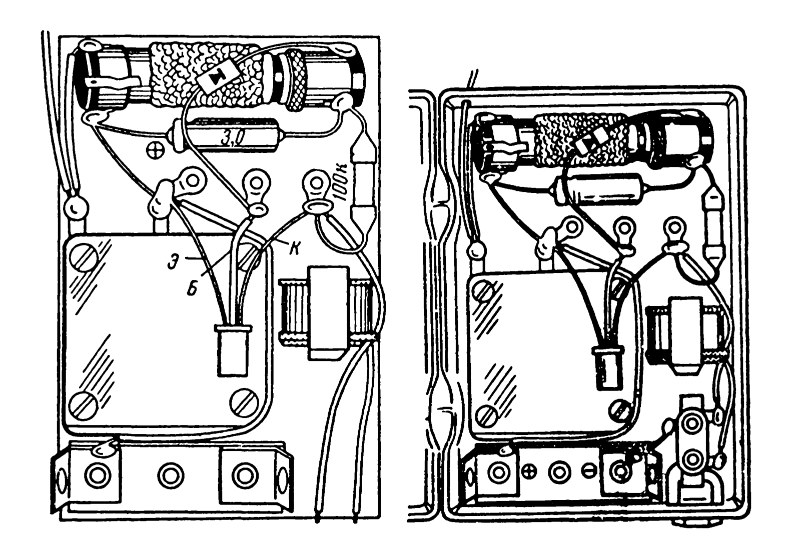


Рис. 2-6. Плата с установленными деталями.

Рис. 2-7. Вид монтажа внутри корпуса.

После того как монтаж всех установленных на плате элементов закончен, плату вставляют в корпус. Один из винтов, предназначенных для крепления переменного конденсатора по рекомендуемому здесь способу, очевидно, окажется коротким, поэтому его следует заменить другим, специально подобранным винтом большей длины. Однако если винт окажется слишком длинным, то это может привести к поломке конденсатора. Таким образом, длину винта необходимо подбирать очень тщательно. На оси переменного конденсатора устанавливается диск настройки. К телефонному гнезду подходят проводники от двух выводов трансформатора и одного (отрицательного) полюса батареи. Монтаж в корпусе приемника показан на рис. 2-7.

ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

К приемнику присоединяется антенный провод длиной около 3 *м*, и батарея вставляется в держатель. Питание на транзистор подается сразу же после того, как штекер телефона будет вставлен в телефонное гнездо. Вращая ось переменного конденсатора (диск настройки), необходимо настроиться на какую-нибудь станцию. Если, однако, ни одной станции услышать не удается или принимаемые сигналы будут крайне слабыми, антенный провод следует 3—5 раз обмотать вокруг проводов электроосветительной сети. В этом случае высокочастотные колебания (радиоволны), наводимые в электроосветительной сети, через антенну будут поступать на вход приемника. Если же и теперь сигналы радиостанций будут слышны очень слабо, необходимо изготовить (или приобрести) специальную антенну, предназначенную для подключения в электроосветительную сеть. Такая антенна состоит из куска провода с вилкой на конце, которая вставляется в розетку сети. К другому концу провода подключается конденсатор емкостью 100 *пф*, который и соединяется с антенной приемника.

Если избирательность приемника невелика, т. е. в телефоне прослушиваются сигналы сразу нескольких станций, прием следует вести на более короткую антенну. При высоком уровне шумов сопротивление резистора надо увеличить до 150 или 200 *ком*.

Глава третья

ПРИЕМНИК НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ С РЕЗИСТИВНЫМ ВЫХОДОМ

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИЕМНИКА

К настоящему времени разработано большое число различных типов однокаскадных транзисторных приемников. Определенный интерес представляет приемник, в котором функции нагрузки транзистора выполняет обычный резистор. Принципиальная схема этого приемника показана на рис. 3-1.

Улавливаемые антенной радиоволны (высокочастотные колебания) выделяются в приемнике с помощью резонансного контура, состоящего из переменного конденсатора и катушки индуктивности, после чего сигнал принятой станции подвергается усилению. Выделение напряжения звуковой частоты из высокочастотного сигнала производится с помощью германиевого диода, а его последующее усиление — с помощью транзистора. Усиленные колебания звуковой частоты выделяются на коллекторе транзистора. Если к этой точке подключить телефон, в нем можно будет услышать звук — передача принята. Однако для успешной работы приемника на коллектор транзистора необходимо подавать постоянное напряжение, приблизи-

тельно равное 3—5 *в*. С другой стороны, известно, что постоянный ток не проходит через телефон кристаллического типа (так же, как и через конденсаторы). Поэтому в схеме, представленной на рис. 3-2, *а*, постоянное напряжение не будет приложено к коллектору. Если же, как показано на рис. 3-2, *б*, в схему введен трансформатор (или дроссельная катушка), постоянный ток будет проходить через трансформатор, а ток звуковой частоты — через телефон, в результате чего будут созданы все условия для нормального приема радиосигналов. Схема с рассмотренным включением трансформатора является одной из типовых схем на одном транзисторе.

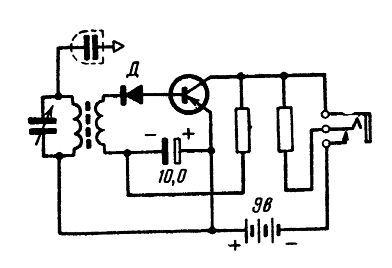


Рис. 3-1. Принципиальная схема однокаскадного транзисторного приемника.

В данном радиоприемнике (рис. 3-2, *в*) вместо трансформатора применен обычный резистор. При использовании резистора напряжение, прикладываемое к транзистору, несколько снижается, что является недостатком этой схемы. Однако в связи с тем, что в приемнике применена батарея напряжением 9 *в*, сила звука в телефоне все же будет достаточно большой.

Другим отличием данной схемы является способ включения резистора в цепи базы. Обычно этот резистор непосредственно соединяется с отрицательным полюсом батареи. Здесь же он включен через сопротивление нагрузки (20 *ком*). При таком включении транзистор будет работать в более стабильном режиме.

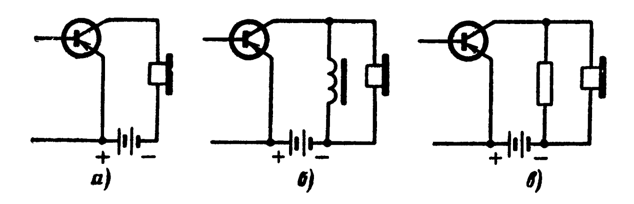


Рис. 3-2. Способы включения кристаллического телефона.

а — неправильное включение; *б* — с параллельным дросселем; *в* — с параллельным резистором.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Приемник собирается в пластмассовом корпусе размерами 50×70×22 *мм* (рис. 3-3). Перечень необходимых для его сборки деталей приведен в помещенной ниже таблице. Монтажная схема приемника представлена на рис. 3-4.

Переменный конденсатор. В качестве переменного конденсатора можно использовать односекционный конденсатор с максимальной емкостью 300 *пф*. Если приемник изготовляется только с целью проведения с ним каких-либо экспериментов, можно применить также и

крупногабаритные переменные конденсаторы, предназначенные для работы в ламповых приемниках.

Магнитная антенна. Для удобства компоновки схемы в корпусе автором была использована ферритовая антенна круглого сечения длиной 40 *мм*. Однако если в распоряжении любителя имеется антенна с индуктивностью 300 *мкгн* другой конфигурации или других размеров, можно использовать и ее. Антенна прямоугольного сечения крепится с помощью двух парных держателей.

Транзистор. В приемнике можно использовать любой из низкочастотных транзисторов: 2SB-112, 2SB-54, 2SB-32 и т. д.

Необходимые детали

Переменный конденсатор 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзистор 2SB-112	1
Конденсатор 10 *мкф*×3 *в*	1
Резистор 0,25 *вт*, 20 *ком*	1
То же 500 *ком*	1
Телефон кристаллического типа	1
Батарея	1
Колодка питания (полюсные наконечники)	1(2)
Диск настройки	1
Корпус	1
Сетевая антенна	1
Монтажная плата, вспомогательные контакты (заклепки с лепестком) и т. д.	

Диод. В качестве диода используется германиевый диод общего назначения или специально предназначенный для детектирования (1N-60, SD-46 и т. д.)

Конденсатор. В приемнике можно использовать любой конденсатор емкостью от 3 до 10 *мкф*, рассчитанный на напряжение от 3 до 10 *в*.

Батарея. В данном случае можно применить батарею (типа «Крона») напряжением 9 *в*.

Колодка питания (полюсные наконечники). Для соединения батареи со схемой необходимо приобрести две полуколодки — одну для подключения ее отрицательного полюса, вторую — для подключения положительного.

Телефонное гнездо. Поскольку телефонное гнездо выполняет также функции выключателя питания, в приемнике необходимо использовать гнездо со сходящимися при введении штекера контактами. Если приобрести такое гнездо не удается, следует приобрести гнездо обычного типа и переделать его так, как показано на рис. 2-5.

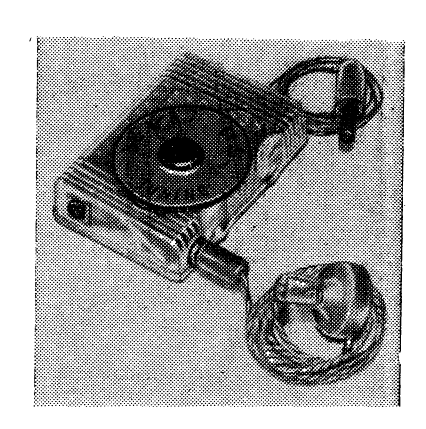


Рис. 3-3. Внешний вид приемника.

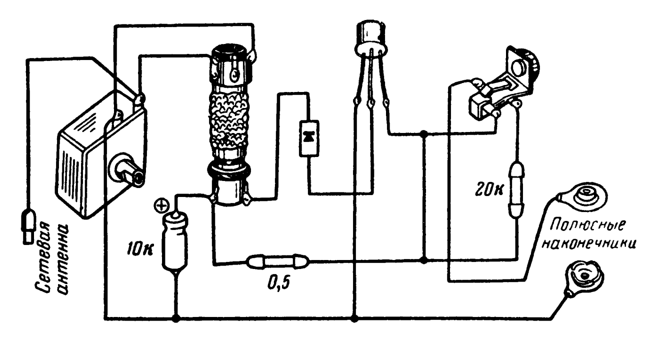


Рис. 3-4. Упрощенная монтажная схема приемника.

СБОРКА ПРИЕМНИКА

Переменный конденсатор закрепляется на крышке корпуса несколько правее ее середины, а магнитная антенна — в ее левой части. Телефонное гнездо устанавливается на боковой стенке под переменным конденсатором. Батарея может быть обращена к основанию как широкой, так и узкой гранью. В верхней части другой боковой стенки просверливается отверстие для вывода антенны.

Теперь приступаем к изготовлению основания — текстолитовой монтажной платы, размеры которой составляют 42×66 *мм*. В плате имеются отверстия для установки переменного конденсатора и четырех вспомогательных контактов (заклепок с лепестком).

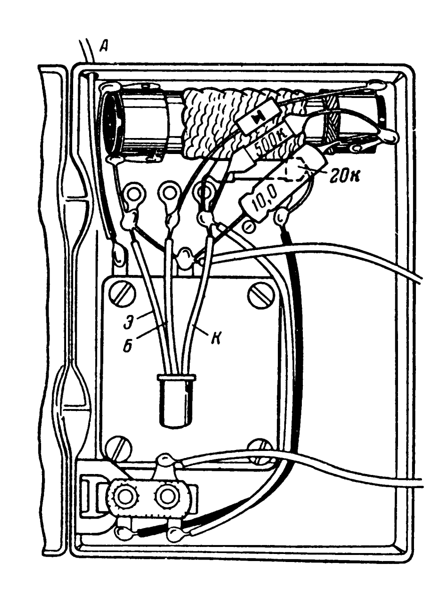


Рис. 3-5. Монтажная схема приемника.

Монтажная схема приемника приведена на рис. 3-5. Плата с закрепленными на ней вспомогательными контактами устанавливается в корпусе вместе с переменным конденсатором, винты которого надежно удерживают ее внутри корпуса. В приемнике была использована магнитная антенна круглого сечения. Обмотка антенны с бо́льшим числом витков (контурная катушка) соединяется с выводами переменного конденсатора посредством медного провода толщиной около 0,7 *мм*, что обеспечивает жесткую фиксацию антенны относительно платы. При использовании антенны с гибкими выводами ее сле-

дует закрепить каким-либо иным способом. К выводам обмотки с меньшим числом витков подпаивается диод, конденсатор 10 *мкф* и резистор 500 *ком*. Во избежание соприкосновения и короткого замыкания между отдельными проводниками на них рекомендуется надеть трубочки из изолирующего материала. Такие трубочки могут быть надеты на все три вывода транзистора, однако можно ограничиться и одной, изолирующей вывод базы. При подключении диода необходимо учитывать его полярность и соединять его с другими элементами схемы только так, как показано на рис. 3-5. В приемнике, изготовленном автором, было использовано переделанное телефонное гнездо обычного типа. Установка и включение в схему гнезда со сходящимися контактами также не вызывает особых затруднений.

ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Если к контактным выводам батареи присоединена колодка питания и штекер телефона введен в гнездо, то на транзистор будет подано питание. Штекер сетевой антенны следует вставить в розетку электроосветительной сети и, вращая диск настройки, попытаться поймать сигнал какой-нибудь станции. Радиолюбитель, живущий поблизости от передающей станции, может обойтись без специальной сетевой антенны, обмотав антенный провод своего приемника вокруг проводов электроосветительной сети 3—5 раз. Если монтаж схемы выполнен без ошибок и приемник нормально работает, громкость приема является более чем достаточной. Однако при слишком большой громкости качество звучания ухудшается — появляются искажения. В этом случае антенну необходимо укоротить. В непосредственной близости от передающей станции прием можно вести и без антенны. В нашем случае, поскольку прием ведется на магнитную антенну, чувствительность приемника зависит от ее положения (ориентации). Поэтому антенну (естественно, вместе с приемником) следует ориентировать в таком направлении, в котором обеспечивается наибольшая громкость приема.

Глава четвертая

ОДНОКАСКАДНЫЙ ДЕТЕКТОРНЫЙ ПРИЕМНИК, ФУНКЦИИ ДЕТЕКТОРА В КОТОРОМ ВЫПОЛНЯЮТСЯ ТРАНЗИСТОРОМ

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ ТРАНЗИСТОРА

Для детектирования высокочастотного сигнала, т. е. для выделения из него напряжения звуковой частоты, в транзисторных радиоприемниках обычно используют германиевые диоды. Однако детек-

тирование можно осуществить и с помощью транзистора. Транзистор может быть представлен в виде двух включенных навстречу друг другу полупроводниковых элементов, один из которых имеет *n*-, а другой *p*-проводимость. Таким образом, в транзисторе переходы эмиттер — база и коллектор — база эквивалентны двум диодам, которые могут выполнять функции детектора. Однако заставить два германиевых диода работать в качестве транзистора не представляется возможным.

При детектировании с помощью диода, что осуществляется, например, в приемниках на германиевых диодах, к диоду прикладывается высокочастотный сигнал, который выделяется с помощью резонансного контура, состоящего из катушки индуктивности и переменного конденсатора (рис. 4-1,*а*). Сигнал звуковой частоты, получаемый после детектирования, проходит через телефон.

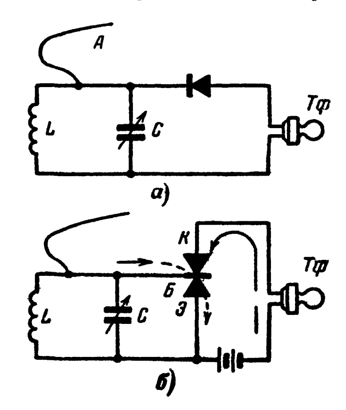


Рис. 4-1. Детектирование с помощью диода (*а*) и транзистора (*б*).

При детектировании с помощью транзистора такое включение также оказывается возможным, однако общепринятой является другая схема, представленная на рис. 4-1, *б*. В этой схеме сигнал звуковой частоты, детектированный на эквивалентном диоду участке база — эмиттер, проходит через базу, в результате чего на коллекторе выделяется звуковой сигнал, имеющий ту же форму, что и первоначальный т. е. проходящий через базу, но усиленный во многое число раз. Таким образом, детектирование с помощью транзистора предполагает как детектирование, так и усиление сигнала. Это означает, что данная схема аналогична схеме, в которой детектирование производится с помощью диода, а усиление — с помощью транзистора. Однако чувствительность этой схемы несколько хуже, чем рассмотренной ранее.

СХЕМА ПРИЕМНИКА И НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Электрическая схема приемника приведена на рис. 4-2, *а*. В соответствии с принципами включения транзистора, которые иллюстрируются с помощью рис. 4-1, напряжение от источника питания на базу транзистора не подается. Однако на практике это привело бы к ухудшению чувствительности схемы, в связи с чем в ней между отрицательным полюсом батареи и базой включен резистор 1,5 *ком*. Помимо того в состав схемы входит терморезистор $R_т$, назначение которого будет объяснено далее.

При изменении температуры коллекторный ток транзистора также меняет свою величину, что приводит к смещению рабочей точки транзистора. Таким образом, если не предпринято каких-то специальных мер для температурной стабилизации коллекторного тока, то режим транзистора окажется весьма нестабильным. Поэтому рассмот-

ренный в предыдущей главе однокаскадный приемник, а также приемник на двух транзисторах, описание которого будет дано в дальнейшем, рассчитаны с учетом требований температурной стабильности. Приемник же, рассматриваемый в этой главе, нуждается в дополнительной термостабилизации. Поскольку с изменением температуры сопротивление терморезистора меняется, то при его подключении в цепь базы меняется также и приложенное к ней напряжение, в результате чего ток коллектора поддерживается на одном и том же уровне.

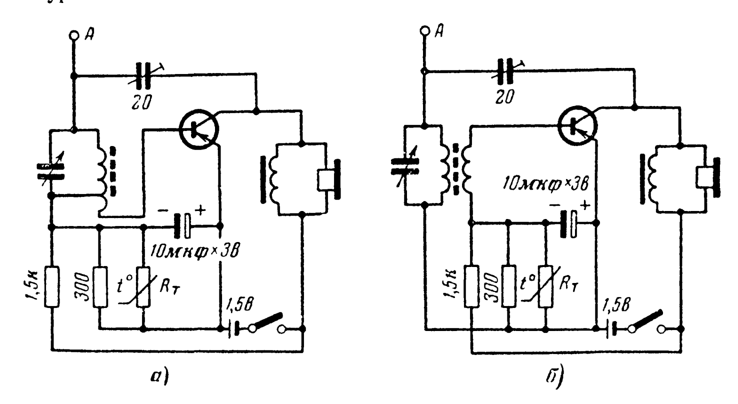


Рис. 4-2. Принципиальная схема приемника с детектированием с помощью транзистора.

В собранной автором схеме была применена катушка индуктивности (обмотка магнитной антенны) с дополнительным средним отводом. Если применить антенну с отдельной катушкой связи, включаемой, как известно, в цепь базы, то схема приемника примет вид, показанный на рис. 4-2, *б*. Между коллектором транзистора и резонансным контуром подключен подстроечный конденсатор, с помощью которого можно регулировать глубину обратной связи. Заметим, что введение положительной обратной связи позволяет заметно улучшить чувствительность приемника.

Приемник монтируется в пластмассовом корпусе (рис. 4-3).

Необходимые детали

Переменный конденсатор 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзистор 2SA-160	1
Трансформатор ST-30	1
Терморезистор D32-S	1
Конденсатор 10 *мкф*×3 *в*	1
Резистор 0,25 *вт*, 300 *ом*	1
То же 1,5 *ком*	1
Подстроечный конденсатор 20 *пф*	1
Телефон кристаллического типа	1
Батарея	1
Держатель батареи	1

Диск настройки 1
Корпус 50×70×22 *мм* 1
Выключатель 1
Монтажная плата, вспомогательные контакты (заклепки с лепестком) и т. п.

Транзистор. В приемнике может быть использован высокочастотный транзистор, предназначенный для усиления или преобразования частоты. Применение низкочастотных транзисторов исключено. В схеме рис. 4-2 был использован транзистор типа 2SA-160, однако в приемнике вполне могут быть применены транзисторы и других типов: 2SA-72, 2SA-52, 2SA-102 и т. д. Стоимость высокочастотных транзи-

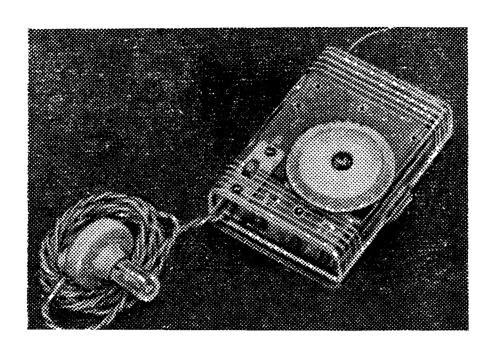


Рис. 4-3. Внешний вид приемника.

сторов несколько превышает стоимость низкочастотных, однако ввиду отсутствия в схеме диода общая стоимость приемника окажется даже ниже, чем при использовании диода и транзистора.

Терморезистор. Параметры терморезистора, очевидно, должны быть согласованы с параметрами транзистора. В приемнике можно использовать терморезисторы серии 32: D32-S, D32-A и т. д.

Переменный конденсатор и магнитная антенна. Максимальная емкость односекционного переменного конденсатора должна составлять 300 *пф*, а индуктивность магнитной антенны 300 *мкгн.* Из соображений наиболее удобного размещения элементов схемы в корпусе была выбрана антенна круглого сечения длиной 40 *мм*, обмотка которой имела дополнительный средний отвод. Однако в приемнике может быть использована антенна и любого другого типа.

Батарея. В качестве источника питания используется сухой элемент напряжением 1,5 *в*. Отметим, что при последовательном соединении двух таких элементов громкость приема несколько возрастает.

СБОРКА ПРИЕМНИКА

Упрощенная монтажная схема приемника показана на рис. 4-4. Для установки конденсатора в корпусе просверливаются два отверстия, через одно из которых проходит ось конденсатора, а через дру-

гое — крепящий его винт. Собственно говоря, конденсатор крепится двумя винтами, однако с корпусом приемника он соединяется только одним и в корпусе соответственно просверливается только одно отверстие. Отверстие, через которое проходит ползунок выключателя, имеет четырехугольную форму, и вырезать его довольно неудобно. Поэтому на месте этого отверстия предварительно высверливаются два круглых диаметром 2—2,5 *мм*, края которых затем следует подравнять мелким напильником, придав окончательному отверстию нужную форму. Ниже переменного конденсатора высверливается отверстие для крепления держателя батареи, а выше него, на боковой стенке — отверстие, через которое будет пропущен антенный провод.

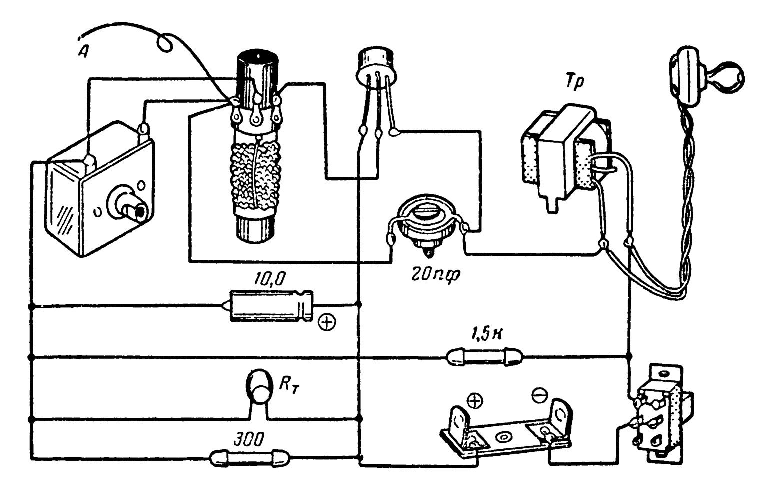


Рис. 4-4. Упрощенная монтажная схема приемника.

Размеры платы, вставляемой в корпус, соответствуют его размерам, и ее изготовление не составляет каких-либо особых трудностей. В связи с тем, что закрепленный на корпусе выключатель будет препятствовать ровной установке платы, один из ее углов следует срезать Монтаж деталей на плате начинается после того, как в ней будут просверлены все необходимые отверстия. Просверлив отверстия, в них с лицевой стороны платы вставляют заклепки с лепестком и развальцовывают их с обратной стороны легкими ударами молотка. Магнитную антенну крепят к плате нитками (антенна прямоугольного сечения монтируется в держателе, закрепляемом с помощью винтов). Затем на плате устанавливают переменный конденсатор и трансформатор.

Монтажная схема приемника приведена на рис. 4-5. В приемнике использована магнитная антенна с жесткими выводами, к которым непосредственно припаяны один из выводов подстроечного конденсатора и вывод базы транзистора. При использовании же антенны с гибкими выводами в качестве промежуточных точек соединения следует применить пустотелые заклепки с лепестком. Включение выводов магнитной антенны с отдельной катушкой связи (т. е. с катуш-

кой, подключаемой в цепь базы транзистора) производится в соответствии с рис. 4-2, *б*. При использовании такой антенны можно также соединить вместе конец контурной катушки и начало катушки связи. Соединенные вместе концы обмоток будут играть роль среднего вывода катушки рис. 4-2, *а*. В некоторых типах переменных конденсаторов контактные выводы расположены посредине корпуса и с одного из его краев. Хотя в приемнике был использован именно такой конденсатор, на рис. 4-5 показан конденсатор более распространенного типа, выводы которого расположены на краях корпуса.

Рис. 4-5. Размещение элементов схемы на плате.

Транзистор устанавливается после того, как монтаж всех остальных деталей уже завершен. При пайке его выводов во избежание ошибок следует обращать внимание на положение контрольной точки, которой помечен вывод эмиттера. Если какие-либо проводники схемы окажутся расположенными слишком близко друг от друга, на них необходимо надеть трубочки из изолирующего материала.

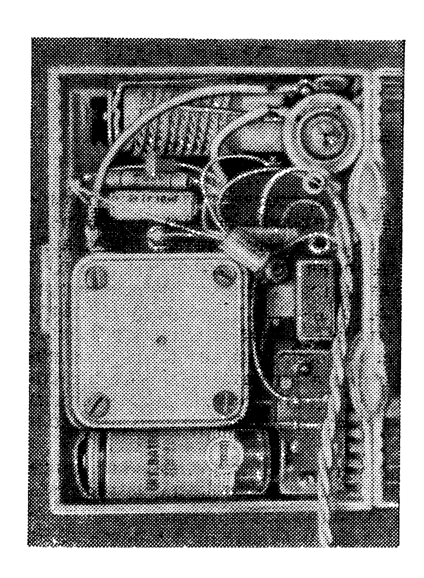


Рис. 4-6. Вид монтажа внутри корпуса.

НАСТРОЙКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

После завершения монтажа и подключения к соответствующим точкам платы телефона, выключателя, держателя батареи, а также антенны необходимо проверить работоспособность приемника. В качестве антенны используется провод длиной около 2 *м*, который 3—5 раз обматывается вокруг проводов электроосветительной сети.

Батарею необходимо вставить в держатель, включить питание и попробовать настроиться на какую-нибудь станцию. Если в телефоне прослушивается писк или свист, то параллельно подстроечному конденсатору следует подключить конденсатор емкость от 100

до 1 000 *пф*. Подстроечный конденсатор надо отрегулировать так, чтобы свист был едва слышен. В этом режиме приемник обладает наилучшей чувствительностью и избирательностью. Громкость свиста, связанная с так называемым явлением регенерации, зависит от угла поворота ротора переменного конденсатора. При одних положениях ротора свист прослушивается хорошо, при других — не прослушивается вообще. Те положения ротора, при которых регенерация затруднена, соответствуют оптимальному режиму приемника, поэтому регулировку подстроечного конденсатора следует проводить при тех положениях его ротора, где регенерация наиболее сильна, т. е. там, где прослушиваются свисты.

Свист в телефоне прослушивается и в том случае, когда провода телефона и антенны оказываются проложенными слишком близко друг от друга. Поэтому настройку следует производить, предварительно убедившись в том, что телефон и антенна достаточно разнесены друг от друга. При слишком большой громкости принимаемых сигналов антенну, намотанную на провода электроосветительной сети, в порядке эксперимента можно снять с этих проводов. Поскольку режим регенерации зависит также и от положения антенны, подстроечный конденсатор после этого необходимо отрегулировать еще раз.

После настройки производится окончательная установка монтажной платы в корпус. Как уже указывалось ранее, переменный конденсатор крепится к плате с помощью винта и к корпусу — с помощью еще одного винта.

Полностью смонтированный приемник показан на рис. 4-6.

Глава пятая

ПРОСТОЙ ПРИЕМНИК НА ДВУХ ТРАНЗИСТОРАХ (БЕЗ ТРАНСФОРМАТОРА)

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИЕМНИКА

В рассматриваемом приемнике, построенном на двух транзисторах, сигнал звуковой частоты, продетектированный с помощью германиевого диода, усиливается двумя транзисторными каскадами. Поэтому его чувствительность в несколько раз больше чувствительности приемника на одном транзисторе. С другой стороны, его схема и соответственно сборка и настройка сложнее, чем схема однокаскадного приемника.

Принципиальная схема приемника на двух транзисторах показана на рис. 5-1. Предварительный расчет схемы выполнен так, чтобы его сборка и настройка были максимально упрощены.

Высокочастотные колебания, улавливаемые антенной приемника, выделяются резонансным контуром, состоящим из переменного конденсатора и катушки индуктивности. Резонансный контур обеспечивает настройку приемника на частоту нужной станции. Сигнал звуко-

вой частоты, выделяемый из высокочастотного сигнала с помощью германиевого диода, поступает на базу первого транзистора T_1. На коллекторе транзистора формируется напряжение, соответствующее сигналу на его базе, но имеющее в несколько раз большую амплитуду. Далее через конденсатор емкостью 3 *мкф* усиленный сигнал поступает на базу второго транзистора T_2, еще раз усиливается в нем и подается на телефон.

В простых приемниках сигнал звуковой частоты, усиленный первым транзисторным каскадом (T_1), подается на второй каскад через специальный трансформатор. Однако в данном приемнике элементом связи является не трансформатор, а конденсатор. Кроме того, в обычных приемниках кристаллический телефон подключается к вторичной обмотке выходного трансформатора (или параллельно дросселю).

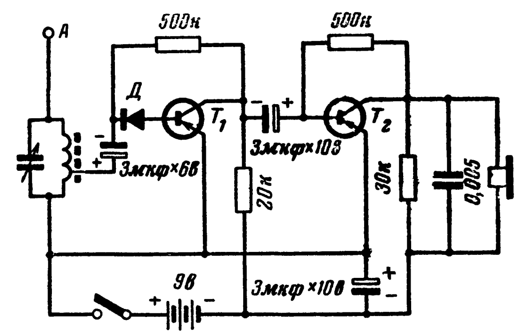


Рис. 5-1. Принципиальная схема приемника на двух транзисторах.

Здесь же трансформатор отсутствует, поэтому чувствительность приемника и его к. п. д. (по питанию) несколько хуже, чем у приемников, в состав которых входят трансформаторы. Вместе с тем число используемых в нем деталей невелико, что делает его изготовление вполне доступным для начинающего радиолюбителя.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Приемник, как показано на рис. 5-2, может быть смонтирован в пластмассовой мыльнице. Размеры корпуса (65×90×40 *мм*) вполне достаточны для свободного расположения в нем всех элементов схемы. Перечень деталей, необходимых для сборки приемника, приведен в помещенной ниже таблице.

Переменный конденсатор. В приемнике используется односекционный переменный конденсатор с максимальной емкостью 300 *пф*. Приобретая переменный конденсатор, особое внимание следует обратить на то, чтобы его ось вращалась легко и плавно, без заметного трения.

Необходимые детали

Переменный конденсатор 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзисторы 2SB-111	2

Конденсатор	0,005 *мкф*×6 *в*	1
»	3 *мкф*×6 *в*	1
»	3 *мкф*×10 *в*	1
»	3 *мкф*×10 *в*	1
Резисторы	0,25 *вт*, 20 *ком*	.
То же	30 *ком*	1
» »	500 *ком*	2
Батарея		1
Колодка питания		1
Телефон кристаллического типа		1
Диск настройки		1
Выключатель		1
Корпус (мыльница)		1

Монтажная плата, пустотелые заклепки с лепестком и т. п.

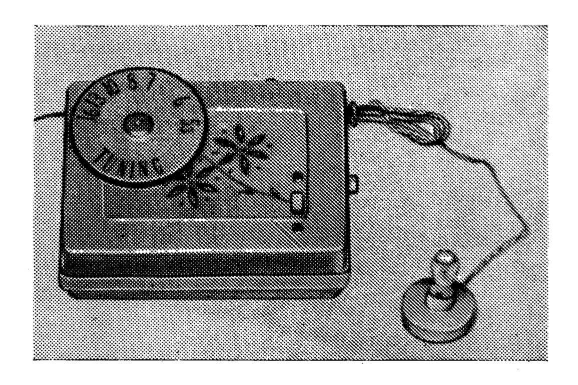


Рис. 5-2. Внешний вид приемника, собираемого в мыльнице.

Магнитная антенна. В экспериментальном варианте приемника, собранном автором, была применена антенна круглого сечения длиной 40 *мм*; однако в нем можно использовать антенну любого другого типа индуктивностью 300 *мкгн*. Выбранная антенна относилась к антеннам с жесткими выводами и ее обмотка имела средний отвод. Однако нет никаких препятствий к тому, чтобы применить антенну с гибкими выводами и обмоткой, не имеющей отвода. Катушка связи, включенная в цепь базы, наматывается в этом случае отдельно.

Транзисторы. В приемнике используются два низкочастотных транзистора. В экспериментальном варианте были применены транзисторы типа 2SB-111; в схеме могут быть также использованы транзисторы типов 2SB-54, 2SB-171 и т. д.

Диод. В приемнике может быть использован любой из германиевых диодов общего или специального назначения (т. е. предназначенных специально для детектирования).

Конденсаторы. Три конденсатора из четырех имеют одинаковую емкость: 3 *мкф*, однако два из них — на 6 и на 10 *в* — устанавливаются на плате в горизонтальном положении, а третий — на 10 *в* — в

вертикальном. Различия в способах монтажа конденсаторов связаны с необходимостью более эффективной компоновки схемы. Однако любитель, если это ему более удобно, может приобрести конденсаторы, устанавливаемые только в вертикальном или только в горизонтальном положении.

Корпус. В качестве корпуса приемника используется мыльница прямоугольной формы.

СБОРКА ПРИЕМНИКА

Изготовление монтажной платы. В связи с тем, что приемник состоит из очень небольшого числа деталей, от применения платы при его сборке можно было бы отказаться вообще (рис. 5-3). Однако ввиду того, что изготовление монтажных плат является неотъемлемой частью процесса конструирования приемников, ее все же реко-

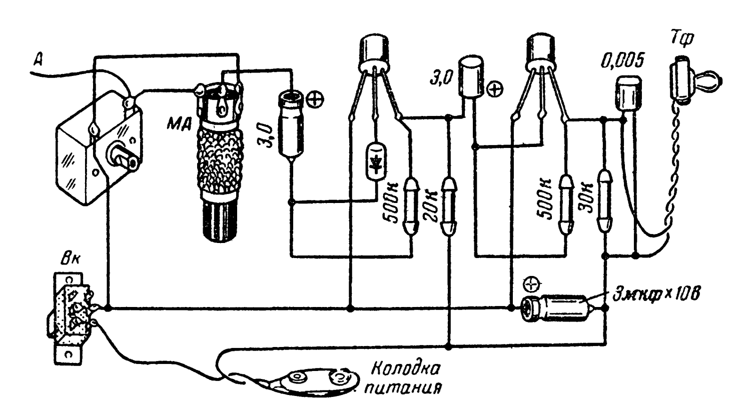


Рис. 5-3. Упрощенная монтажная схема приемника.

мендуется изготовить. Размеры платы выбираются такими, чтобы она целиком умещалась в корпусе. В данном случае эти размеры приняты равными 60×85 *мм*, т. е. являются достаточно большими для того, чтобы детали схемы размещались на поверхности довольно свободно. Для того чтобы вырезать аккуратную плату, на поверхности заготовки по контуру будущей платы отверткой или краем ножниц следует нанести глубокие бороздки, по которым плату можно легко отломить или отрезать. После этого в соответствии с размерами деталей определяется их размещение на плате. Поскольку регулировка переменного конденсатора производится каждый раз, когда приемник перестраивается на новую станцию, конденсатор следует разместить так, чтобы пользоваться им было наиболее удобно. Если считать, что приемник переносится в правой руке, а диск настройки приводится во вращение с помощью большого пальца этой руки, то переменный конденсатор следует расположить в верхней правой части корпуса. При этом диск настройки должен несколько выступать над его краем.

После того как положение деталей на плате определено, в ней, руководствуясь размерами имеющихся деталей, следует просверлить необходимые для их монтажа отверстия. Диаметр отверстия, через которое пропускается ось переменного конденсатора, равен 7—8 *мм*, а диаметр отверстий под крепящие конденсатор винты определяется их размерами и колеблется в пределах от 2,8 до 3,2 *мм*. Диаметр отверстий, через которые пропускаются выводы деталей, выбран равным 2 *мм*. В приемнике была применена магнитная антенна с жесткими выводами, для крепления которой в плате высверлены два отверстия. Еще два отверстия предназначены для того, чтобы пропустить через них выводы обмотки антенны на обратную сторону платы.

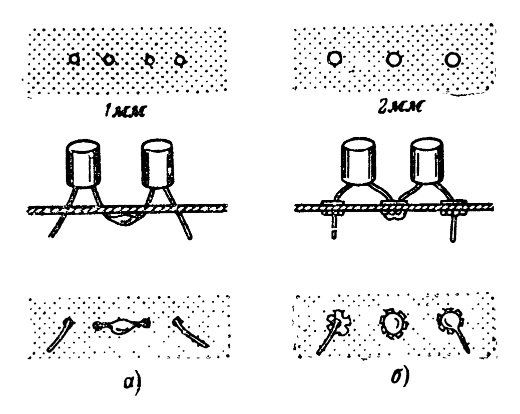


Рис. 5-4. Способы монтажа деталей на плате.

а — непосредственное соединение; *б* — соединение через заклепки.

В качестве выключателя в приемнике используется выключатель ползункового типа, для установки которого в плате необходимо вырезать четырехугольное отверстие. С этой целью в месте предполагаемой установки выключателя высверливается несколько отверстий диаметром 2,6—3 *мм*, остатки материала между которыми в дальнейшем легко удаляются напильником с мелкой насечкой. Точные размеры четырехугольного отверстия определяются габаритами применяемого выключателя и составляют в среднем 3,5×10 *мм*. При использовании малогабаритного выключателя щелчкового типа под него высверливается круглое отверстие.

При монтаже транзисторов, резисторов и т. д. их выводы пропускаются на обратную сторону платы. Вообще монтаж можно вести так, чтобы через каждое отверстие проходил или один вывод какой-либо детали (рис. 5-4, *а*) или же сразу несколько (рис. 5-4, *б*). В последнем случае выводы деталей припаивают к введенным в эти отверстия заклепкам. В данном приемнике выбран именно этот способ монтажа.

Корпус. В крышке корпуса просверливаются отверстия для установки переменного конденсатора и выключателя, расположение кото-

рых соответствует размещению аналогичных отверстий на монтажной плате. Размеры отверстий те же, что и в плате. Однако ввиду того, что конденсатор и выключатель крепятся винтами с потайной головкой, верхняя часть отверстий в крышке приемника, через которые пропускаются эти винты, должна быть рассверлена до 6—8 *мм*.

Кроме того, на одной из боковых стенок приемника просверливается отверстие для антенного провода, а на противоположной — для проводов, идущих к телефону.

Монтаж электрической схемы. Поскольку при монтаже приемника выводы отдельных элементов соединяются группами (по 2—3) в узловых точках с помощью пайки, в этих точках необходимо установить пустотелые заклепки диаметром около 2 *мм*. После этого можно приступать к монтажу переменного конденсатора и выключателя.

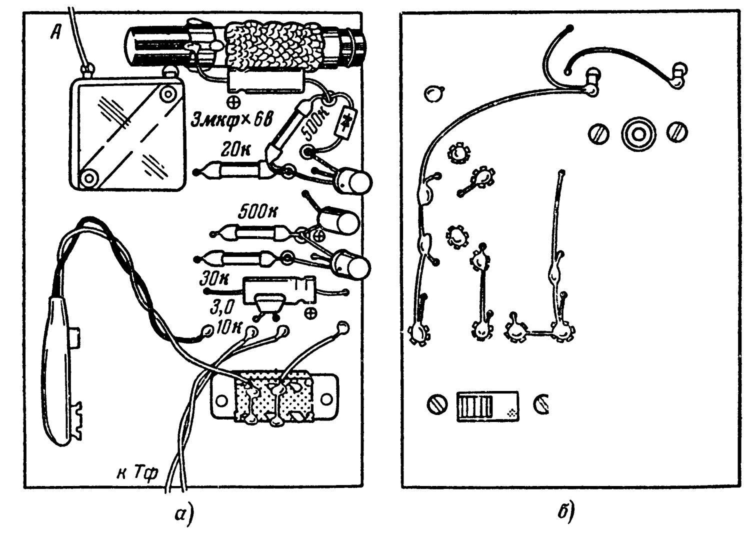


Рис. 5-5. Лицевая (*а*) и оборотная (*б*) стороны платы с установленными деталями.

К оконечным выводам обмотки магнитной антенны припаиваются отрезки медного провода диаметром приблизительно 0,7 *мм*, другие концы которых пропускаются на обратную сторону платы и припаиваются к выводам переменного конденсатора. Магнитная антенна привязывается к плате с помощью ниток. При использовании антенны с гибкими выводами ее следует закреплять с двух концов. Прочие элементы схемы монтируются в соответствии с рис. 5-5.

Средний вывод обмотки магнитной антенны также должен быть включен в схему — к нему припаивается положительный полюс конденсатора 3 *мкф*. Вывод, идущий от отрицательного полюса этого конденсатора, заводится внутрь заклепки вместе с выводами диода и резистора 500 *ком* и соединяется с ними пайкой. При использовании антенны с гибкими выводами не обеспечивается жесткое закрепление

вывода конденсатора 3 *мкф*, идущего от его положительного полюса. Поэтому поблизости от среднего вывода антенны необходимо установить еще одну заклепку.

При установке транзистора в схему следует обращать внимание на метку, нанесенную на его корпус около эмиттера и позволяющую избежать ошибок при монтаже. В качестве выключателя был применен тумблер.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Включив питание приемника, надо приблизить антенный провод к проводам электроосветительной сети или телефонной проводке и начать вращать диск настройки. Поскольку в какой-либо предварительной наладке приемник не нуждается, в телефоне тотчас же послышится шум.

Если звук оказывается сильно искаженным, последовательно с резистором 500 *ком* следует включить дополнительный резистор сопротивлением 150—250 *ком*. При слишком сильном шуме конденсатор 0,005 *мкф* можно заменить на 0,01 *мкф* или же подключить параллельно ему еще один конденсатор емкостью 0,005 *мкф*. При слишком большой громкости принимаемых сигналов в них, естественно, будут наблюдаться искажения. В этом случае антенный провод следует укрепить на более далеком расстоянии от проводов электроосветительной сети или телефонной проводки.

Если приемник работает нормально, винты, крепящие переменный конденсатор и выключатель, следует вынуть. Монтажная плата вставляется в корпус приемника и снова крепится винтами с обратной стороны. На антенном проводе и проводах, идущих к телефону, делаются узелки для того, чтобы при несильном рывке их нельзя было оторвать или вытянуть из корпуса.

Глава шестая

ДВУХКАСКАДНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРИЕМНИК, С НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ СВЯЗЬЮ

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИЕМНИКА

Двухкаскадные транзисторные приемники обычно строятся так, что детектированный сигнал звуковой частоты усиливается в них двумя транзисторными каскадами. Характерным для таких приемников является то, что сигнал звуковой частоты, усиленный транзистором первого каскада, подается на второй транзистор через специальный элемент связи, в качестве которого может быть использован трансформатор, как показано, например, на рис. 6-1, *а*, или же конденсатор и резисторы, как показано на рис. 6-1, *б*.

В данном приемнике не используются ни трансформатор, ни конденсатор связи (рис. 6-2), так как между двумя его транзисторами осуществлена непосредственная связь. Кроме того, в приемниках с трансформаторной связью применяются конденсаторы и от одного до трех резисторов, а в данном приемнике не используется ни одного резистора. Таким образом, этот приемник, построенный на двух транзисторах, по сложности не превосходит простой однокаскадный приемник.

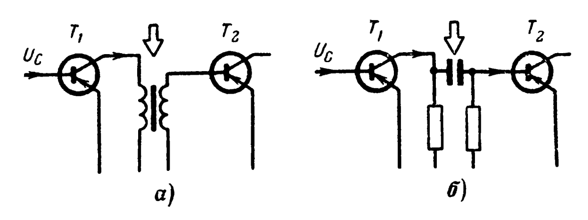


Рис. 6-1. Способы межкаскадной связи.
а — трансформатора; *б* — емкостная.

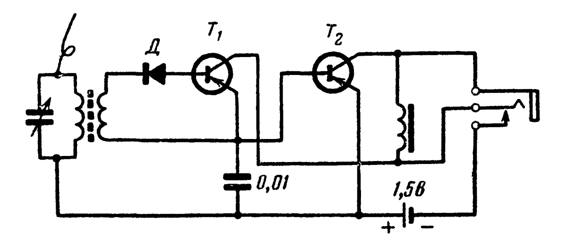


Рис. 6-2 Схема приемника на двух транзисторах с непосредственной связью.

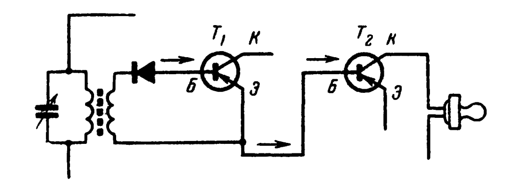


Рис. 6-3. Схема, поясняющая работу приемника.

Приемник работает следующим образом. Высокочастотные колебания, поступающие из антенны (рис. 6-3), выделяются резонансным контуром, состоящим из переменного конденсатора и катушки индуктивности, с помощью которого производится настройка приемника на нужную станцию. Принятый высокочастотный сигнал детектируется германиевым диодом, после чего сигнал звуковой частоты поступает на базу первого транзистора T_1. Далее этот сигнал усиливается и выделяется на коллекторе T_1. Однако коллекторный ток транзистора проходит и через его эмиттер, что позволяет снимать сигнал не толь-

ко с коллектора, но и с эмиттера. Поскольку эмиттер транзистора T_1 непосредственно соединен с базой транзистора T_2, сигнал звуковой частоты еще раз усиливается в транзисторе T_2, выделяется на его коллекторе и проходит через телефон. Отметим, что в приемнике используется телефон кристаллического типа, ввиду чего параллельно ему необходимо подключить низкочастотный дроссель.

Чувствительность рассматриваемого приемника несколько хуже, чем у двухкаскадных транзисторных приемников обычного типа. Однако при отсутствии сигнала на его входе ток батареи почти не потребляется и поэтому даже при непрерывно включенном питании одной батареи, как и в приемнике, описанном в гл. 1, хватает приблизительно на месяц.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Приемник смонтирован в пластмассовом корпусе размерами 50×70×22 *мм* (рис. 6-4), однако его можно собрать и в корпусе меньших размеров. Электрическое соединение отдельных деталей схемы показано на рис. 6-5.

Переменный конденсатор. В приемнике используется односекционный переменный конденсатор с максимальной емкостью 300 *пф*. Хотя контакты у конденсатора, показанного на рис. 6-5, расположены

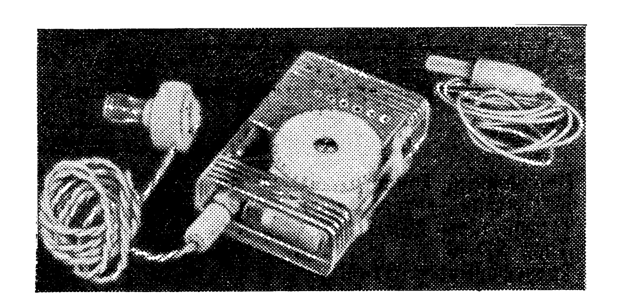


Рис. 6-4. Внешний вид приемника на двух транзисторах.

несимметрично (посредине и с одного края), следует учитывать, что помимо конденсаторов с таким расположением выводов, существуют также конденсаторы, у которых выводы расположены симметрично.

Магнитная антенна. В целях более удобного размещения элементов схемы в корпусе в данном случае использована антенна круглого сечения длиной 40 *мм*. Однако в приемнике можно применить антенну любого другого типа индуктивностью 300 *мкгн*.

Транзисторы. В приемнике можно использовать низкочастотные транзисторы любого из упомянутых ранее типов. В экспериментальном варианте приемника были применены одинаковые транзисторы, однако в ней могут работать и транзисторы различных типов, например 2SB-54 и 2SB-111.

Трансформатор. В приемнике был применен трансформатор типа ST-30 с сопротивлениями первичной и вторичной обмоток 12,5 и

50 *ком* соответственно. Поскольку в данной схеме трансформатор выполняет функции низкочастотного дросселя, его средний вывод не используется. В схему подключаются лишь крайние выводы трансформатора.

Телефонное гнездо. Телефонное гнездо, в которое вставляется штекер телефона, используется также как выключатель питания (при введении штекера контакты гнезда сходятся и замыкают цепь питания). При отсутствии гнезда со сходящимися контактами можно применить гнездо обычного типа, переделанное в соответствии с рис. 2-5.

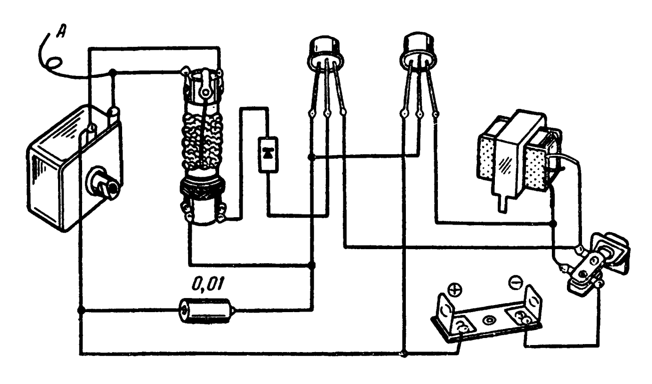


Рис. 6-5. Упрощенная монтажная схема приемника.

Необходимые детали

Переменный конденсатор 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзисторы 2SB-111	2
Диод SD-46	1
Трансформатор ST-30	1
Конденсатор 0,01 *мкф*	1
Телефон кристаллического типа	1
Батарея	1
Держатель батареи	1
Телефонное гнездо	1
Диск настройки	1
Корпус	1
Текстолитовая монтажная плата, заклепки и т. п.	

СБОРКА ПРИЕМНИКА

У различных типов переменных конденсаторов толщина оси ротора может существенно отличаться, ввиду чего диаметр отверстия, через которое пропускается эта ось, устанавливается в зависимости от типа имеющегося конденсатора. Расположение отверстий, предназначенных для крепящих конденсатор винтов, определяется только тогда, когда ось ротора уже введена в приготовленное для нее отверстие.

Держатель батареи устанавливается несколько ниже переменного конденсатора, а телефонное гнездо — на одной из боковых стенок. Его положение не зафиксировано на рис. 6-6 точно; можно лишь указать, что оно находится против высверленного в противоположной стенке отверстия, через которое должен проходить антенный провод.

Рассмотрим особенности закрепления держателя батареи и телефонного гнезда. Держатель крепится с помощью заклепки или обычного винта. Однако этот винт не должен быть слишком длинным, иначе батарею нельзя будет вставить в держатель. На одной из пружин держателя имеется выступ, а на другой — углубление. Батарея вставляется так, чтобы ее отрицательный полюс был обращен в сторону пружины с выступом, которая и соединяется с гнездом.

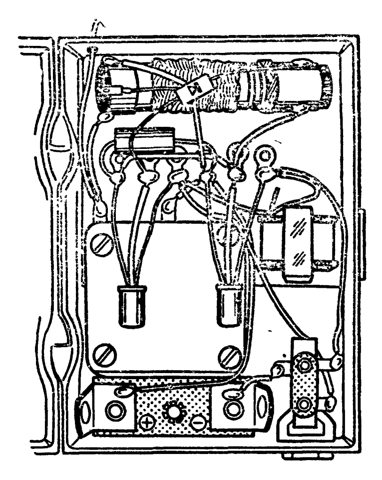


Рис. 6-6. Размещение элементов схемы на плате.

К плате также крепятся заклепки, к которым припаиваются выводы транзистора. В приемнике была применена готовая плата с заранее высверленными отверстиями, которые были использованы для заделки пустотелых заклепок с лепестком. Любитель, применяющий в своем приемнике гетинаксовую или текстолитовую плату, не имеющую заранее подготовленных отверстий, естественно, должен высверлить их. Магнитная антенна с жесткими выводами, используемая в приемнике, удерживается с помощью жестких монтажных проводов. Применение же антенны с гибкими выводами требует наличия дополнительных отверстий для ее крепления, а также для заклепки, к которой подпаивается один из выводов диода.

Монтажная схема приемника приведена на рис. 6-6. Монтаж начинается с закрепления на плате трансформатора и магнитной антенны. Поскольку в данном приемнике трансформатор играет роль дросселя, его средний вывод не используется.

Плата удерживается с помощью переменного конденсатора, под которым она находится. В связи с тем, что вес деталей схемы невелик, такая нагрузка для конденсатора вполне допустима. Теперь можно переходить к монтажу остальных элементов. Во избежание замыкания между выводами транзистора на них надеваются трубочки из изолирующего материала.

ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Как уже было отмечено ранее, чувствительность данного приемника несколько хуже, чем у двухкаскадных транзисторных приемников обычного типа. Поэтому, если любитель проживает в местности, достаточно удаленной от передающей станции, к приемнику нужно

непременно подключать внешнюю антенну. Хорошие результаты могут быть получены при использовании сетевой антенны (см. рис. 6-4).

Подключив к приемнику антенный провод длиной 2—3 *м*, надо медленно вращать диск настройки, пытаясь поймать какую-либо станцию. Если сигналы принимаемых станций чрезвычайно слабы или же их вообще не слышно, конец антенны следует несколько раз обмотать вокруг проводов электроосветительной сети. Можно также использовать сетевую антенну (подключив к антенне конденсатор емкостью 50—100 *пф* и вставив ее штекер в розетку осветительной сети).

Если громкость приема окажется после этого слишком сильной и появятся искажения, антенну необходимо укоротить, поскольку при неоправданно большой громкости транзисторы легко могут выйти из строя.

Глава седьмая

ДВУХКАСКАДНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРИЕМНИК, СОБРАННЫЙ ПО РЕФЛЕКСНОЙ СХЕМЕ

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИЕМНИКА

Рефлексной называется схема, в которой усиление по низкой и усиление по высокой частоте осуществляется одним и тем же транзистором (рис. 7-1). Таким образом, в приемнике, собранном по рефлексной схеме, один транзистор работает как два отдельных усилительных элемента, что позволяет повысить чувствительность приемника.

Принципиальная схема данного приемника приведена на рис. 7-2. Высокочастотные колебания, улавливаемые антенной, выделяются с помощью резонансного контура, перестройка которого производится с помощью переменного конденсатора, и подаются на базу первого транзистора, играющего роль усилителя высокой частоты. С коллек-

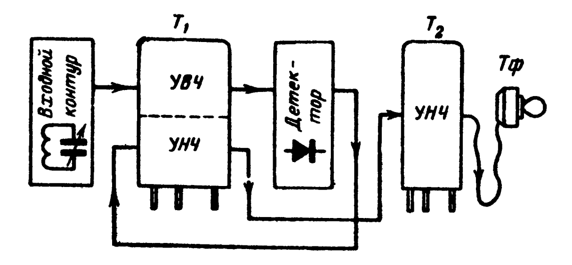


Рис. 7-1. Блок-схема рефлексного приемника.

тора этого транзистора усиленный высокочастотный сигнал подается на дроссель индуктивностью 4 *мгн*. К этому дросселю подключен германиевый диод, посредством которого производится детектирование, т. е. выделение сигнала звуковой частоты. Сигнал звуковой частоты опять подается на базу транзистора T_1 и усиливается.

Таким образом, один и тот же транзистор T_1 выполняет функции как высокочастотного, так и низкочастотного усилителя. Как показано на схеме, к коллектору T_1 подключены дроссель и трансформатор.

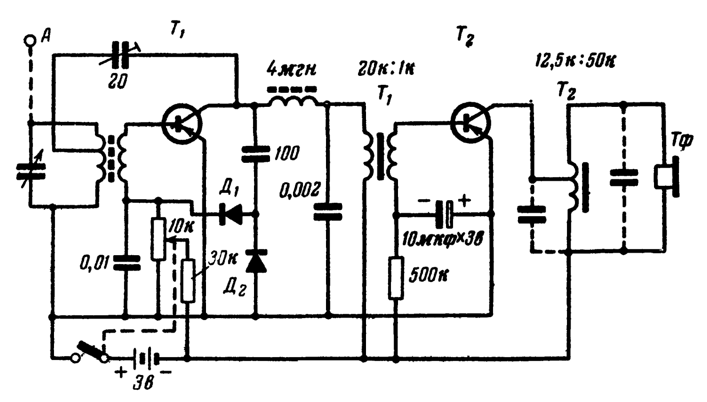


Рис. 7-2. Принципиальная схема рефлексного приемника на двух транзисторах.

Поскольку на высоких частотах сопротивление дросселя оказывается достаточно большим, напряжение высокой частоты выделяется на нем практически полностью. Трансформатор же, а точнее его первичная обмотка, представляет собой высокое сопротивление для низких частот, в результате чего основное падение напряжения низкочастотного сигнала происходит именно на нем. Низкочастотный сигнал, выделяющийся на первичной обмотке трансформатора, передается на его вторичную обмотку, усиливается в транзисторе T_2 и с его выхода попадает в телефон.

В цепь базы транзистора T_1 включен переменный резистор, с помощью которого регулируется ток базы. В результате этого меняется чувствительность каскада, а следовательно, и громкость приема. Для повышения чувствительности в приемнике предусмотрена положительная обратная связь, глубина которой регулируется с помощью подстроечного конденсатора, подключенного к коллектору T_1. Переменный резистор включен так, что даже при очень глубокой обратной связи, приводящей к самовозбуждению приемника, силь-

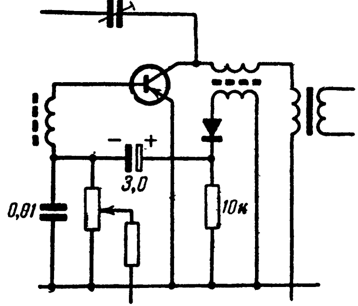


Рис. 7-3. Включение высокочастотного трансформатора.

ных помех на его выходе прослушиваться не будет. В цепи детектирования сигнала включено два германиевых диода, при отсутствии хотя бы одного из которых приемник работать не будет. Заметим, что при использовании высокочастотного трансформатора (рис. 7-3) достаточно было бы одного диода.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Как показано на рис. 7-4, в качестве корпуса приемника была использована обычная мыльница размерами 65×90×35 *мм*. Корпус таких размеров немного велик для данной схемы, однако, с другой стороны, собирать приемник в слишком маленьком корпусе неудобно, так что начинающему любителю целесообразно остановиться на корпусе с размерами, приблизительно соответствующими указанным.

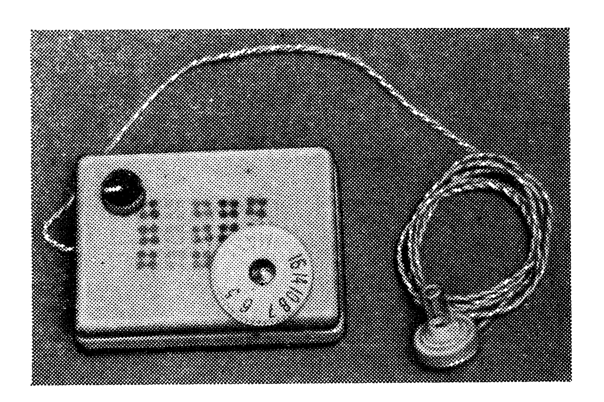


Рис. 7-4. Внешний вид рефлексного приемника на двух транзисторах.

Поскольку число регулировок в схеме (переменный конденсатор и потенциометр) невелико, подготовка корпуса к сборке в нем приемника сравнительно несложна.

Транзисторы. Транзистор T_1 обеспечивает усиление как низкочастотного, так и высокочастотного сигналов. Транзисторы, предназначенные для усиления высокочастотных колебаний, пригодны и для усиления низкочастотных, в то время как низкочастотные транзисторы не могут работать на высоких частотах. Следовательно, в первом каскаде должен быть использован высокочастотный транзистор. Поскольку приемник работает в диапазоне средних волн, в качестве T_1 можно применить транзистор, предназначенный для усиления частот, соответствующих средним волнам, или для преобразования частоты.

Во втором каскаде (усилителе низкой частоты) следует применить низкочастотный транзистор.

Переменный конденсатор. В приемнике используется односекционный переменный конденсатор с максимальной емкостью 300 *пф*.

Магнитная антенна. В приемнике можно использовать магнитную антенну, индуктивность которой, соответствующая максималь-

ной емкости переменного конденсатора (300 *пф*), равна 300 *мкгн*. С увеличением размеров сердечника чувствительность приемника возрастает, поэтому для применения в приемнике целесообразно выбирать антенну с достаточно большими размерами. В частности, можно рекомендовать антенну прямоугольного сечения размерами 4×14×50 *мм*.

Дроссельная катушка. В качестве дроссельной катушки используется дроссель с внутренним сердечником-индуктивностью 4 *мгн*. Однако возможно также применение дросселя с индуктивностью 2 *мгн*.

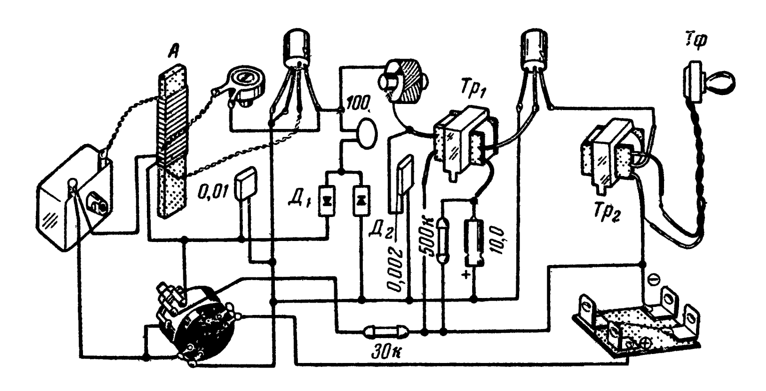


Рис. 7-5 Упрощенная монтажная схема приемника.

Трансформаторы. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора $Тр_1$ составляют соответственно 20 и 1 *ком*, а трансформатора $Тр_2$ — 12,5 и 50 *ком*. Кроме того, следует учитывать, что $Тр_2$ является автотрансформатором и должен иметь средний вывод.

Потенциометр. В приемнике был использован потенциометр с сопротивлением 10 *ком* и внешним диаметром 18 *мм* (с выключателем). Желательно, чтобы выбранный потенциометр имел регулировочную характеристику типа В, но в приемнике можно использовать и потенциометр с характеристикой типа А. При отсутствии потенциометра сопротивлением 10 *ком* в схеме может работать потенциометр сопротивлением 5 *ком*, однако в этом случае к его среднему выводу подключается резистор сопротивлением не 30, а 25 *ком*.

Батарея. При работе приемника на громкоговоритель необходимо довольно высокое напряжение. Однако если на выходе приемника включен телефон (в данном случае кристаллического типа), для его нормальной работы достаточно напряжение 3 *в*, получаемое от двух последовательно соединенных элементов напряжением по 1,5 *в*.

Монтажная схема приемника изображена на рис. 7-5.

Параметры остальных элементов схемы приведены в помещенной ниже таблице. Помимо указанных в таблице, необходимо приобрести еще несколько дополнительных резисторов и конденсаторов, которые могут понадобиться при наладке приемника.

Необходимые детали

Переменный конденсатор 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзистор 2SA-72	1
» 2SB-54	1
Диоды SD-46	2
Трансформатор ST-11	1
» ST-30	1
Дроссель 4 *мгн*	1
Подстроечный конденсатор 20 *пф* (диаметр 10 *мм*)	1
Резистор 0,125 *вт*, 30 *ком*	1
То же 500 *ком*	1
Потенциометр с выключателем 10 *ком* типа В	1
Конденсатор 100 *пф*	1
» 0,002 *мкф*	1
» 0,01 *мкф*	1
» 10 *мкф*×3 *в*	1
Батарея	2
Держатель батареи	1
Телефон кристаллического типа	1
Держатель магнитной антенны	1
Диск настройки	1
Ручка	1
Корпус	1
Текстолитовая монтажная плата, заклепки и т. п.	

СБОРКА ПРИЕМНИКА

Монтажная плата приемника имеет довольно большие размеры. Размещение отверстий, предназначенных для установки на ней отдельных элементов схемы, определяется в соответствии с их реальными размерами.

Ввиду того что при пользовании приемником близость магнитной антенны к человеческому телу нежелательна, ее следует установить в верхней части корпуса (на рисунке — слева). Антенна закрепляется на монтажной плате специальными держателями. Расположение отверстий под держатели определяется после того, как оба держателя надеты на антенну. Переменный конденсатор монтируется так, чтобы диск настройки, насаженный на его ось, было удобно вращать большим пальцем правой (или левой) руки, в которой переносится приемник, ввиду чего этот конденсатор целесообразно разместить непосредственно под антенной.

Как известно, у всякого переменного конденсатора имеются два вывода: вывод ротора и вывод статора. В данном приемнике провод, идущий от статора, оставляется на лицевой стороне платы, а провод, идущий от ротора, пропускается на ее обратную сторону через специальное отверстие. Следует заметить, что вывод ротора обычно находится с левой стороны корпуса (если смотреть на него спереди), однако в каждом конкретном случае нужна дополнительная проверка.

Транзисторы можно закрепить достаточно надежно, если во все или некоторые отверстия, через которые проходят их выводы, будуг

вставлены пустотелые заклепки. При монтаже транзистора T_1 заклепка вставляется в отверстие диаметром 2 *мм*, через которое пропускается вывод базы, а при монтаже транзистора T_2 — в отверстия, в которые вводятся выводы базы и коллектора. Некоторые типы высокочастотных транзисторов имеют четыре вывода, один из которых является выводом экрана (корпуса). Для этого вывода в плате также надо просверлить специальное отверстие.

По обе стороны трансформаторов, там, где выходят концы их обмоток, в плате просверливаются отверстия диаметром 2 *мм*, через которые пропускаются два (а в случае трансформатора Tp_2 — три) провода. Через отмеченное стрелкой отверстие, расположенное спра-

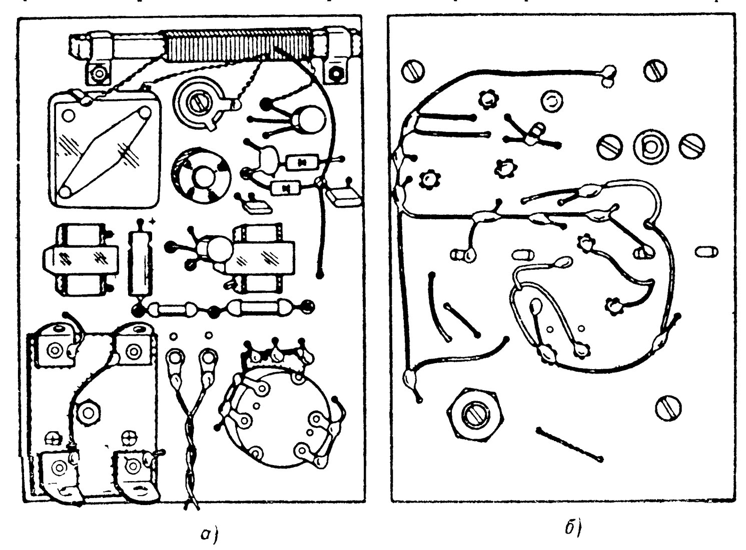


Рис. 7-6 Лицевая (*а*) и оборотная (*б*) стороны платы.

ва и сверху по отношению к трансформатору Tp_2, на обратную сторону платы пропускается провод, идущий к потенциометру. В дальнейшем этот провод — во избежание пересечения с общим «земляным» проводом — еще раз пропускается на лицевую сторону платы. Как известно, в печатных платах пересечения проводников недопустимы, ввиду чего в случаях, подобных рассмотренному, проводники в них пропускаются на обратную или лицевую сторону («прыгающий» проводник).

Поскольку в нашем случае речь идет только об одном потенциальном пересечении, то специальных отверстий для проводника можно не делать.

В отверстия *1* и *2* вводятся заклепки с лепестком, к контактам которых впоследствии припаиваются провода телефона. Сюда же при необходимости подключается конденсатор, показанный на схеме рис. 7-2 пунктиром.

Держатель магнитной антенны, переменный конденсатор и держатель батареи крепятся винтами с потайной головкой, поэтому

верхняя часть отверстий, через которые они проходят, должна быть соответствующим образом рассверлена.

Отверстий в крышке немного — через них проходят оси потенциометра и переменного конденсатора, крепящий конденсатор винт, а также провода телефона. Точное расположение отверстий можно определить, вставив монтажную плату в корпус. Переменный конденсатор крепится к плате с помощью еще одного винта, который вставляется сверху. Поэтому в корпусе для установки переменного конденсатора предусмотрено только одно отверстие (под винт с потайной головкой).

Монтажная схема приемника приведена на рис. 7-6. Перед тем, как приступать к монтажу, в соответствующие отверстия вставляются обычные заклепки и заклепки с лепестком. Электрические соединения отдельных деталей производят по мере их установки на плате.

Выводы магнитной антенны обычно различаются цветом изоляции, ввиду чего их включение в схему необходимо производить в строгом соответствии с прилагаемой к антенне инструкцией. Даже если эти выводы имеют значительную длину, подрезать их не следует. Дело в том, что обмотки магнитной антенны чаще всего намотаны так называемым литцендратом, т. е. проводом, состоящим из нескольких изолированных проводников. Поэтому, если такой провод по ошибке отрезан не там, где нужно, при его последующей пайке могут возникнуть серьезные трудности. Выводы же трансформаторов заключены в виниловую изоляцию и поэтому их можно укорачивать до необходимой длины.

Диоды, транзисторы и электролитические конденсаторы включаются в схему с учетом их полярности. Выводы диодов и транзисторов не рекомендуется подрезать слишком коротко.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

После того как батарея вставлена в держатель, движок потенциометра необходимо установить приблизительно в среднее положение и попытаться настроиться на какую-нибудь станцию. Если ни одного сигнала, тем не менее, поймать не удается, к выводу статора переменного конденсатора следует подключить антенну длиной 1—2 *м* и еще раз проверить работоспособность схемы.

При вращении движка потенциометра направо положительная обратная связь в приемнике нарастает, и при некотором положении движка приемник самовозбуждается — в телефоне раздается характерный свист. Поскольку наиболее благоприятным является режим, при котором движок введен приблизительно на $^2/_3$, то при слишком быстром нарастании автоколебаний регулировочный винт подстроечного конденсатора необходимо ослабить, а при слишком медленном — затянуть. При слишком сильной обратной связи приемник переходит в режим устойчивой генерации, и в телефоне будут прослушиваться только свисты. Если при любом положении ручки переменного конденсатора (и при любой, даже минимальной емкости подстроечного конденсатора) избавиться от свиста не удается, это означает, что генерация не зависит от глубины обратной связи. В этом случае, как показано на рис. 7-7, между красным выводом трансформатора (коллектором транзистора T_2) и его белым выводом необходимо подключить конденсатор емкостью 0,001—0,005 *мкф*.

При слишком высоком уровне шума конденсатор включается между зеленым и белым выводами трансформатора. Однако уже

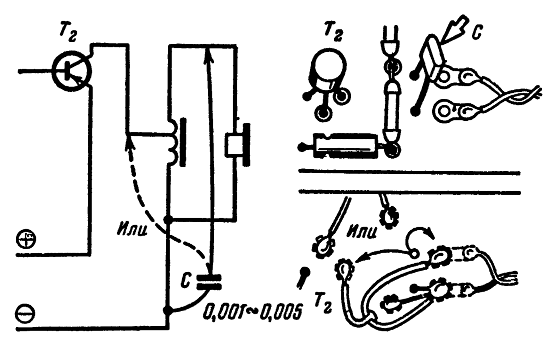


Рис. 7-7. Подключение конденсатора.

после включения конденсатора между красным и белым выводами уровень шума должен быть весьма невысоким. Если же этот уровень вопреки ожиданию довольно велик, емкость конденсатора следует дополнительно увеличить.

По окончании настройки монтажную плату необходимо закрепить в корпусе. На проводах телефона делается петля, не позволяющая выдернуть эти провода из корпуса. В большинстве случаев прием можно вести без антенны, а если она все-таки окажется необходимой, к выводу статора переменного конденсатора подключается провод длиной около 1 *м*.

Глава восьмая

ДВУХКАСКАДНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРИЕМНИК, МОНТАЖНАЯ СХЕМА КОТОРОГО ТОЧНО СООТВЕТСТВУЕТ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ

СХЕМА ПРИЕМНИКА. НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Схема двухкаскадного транзисторного приемника, работающего на громкоговоритель, показана на рис. 8-1. В этом приемнике сигнал звуковой частоты, выделяемый с помощью германиевого диода, усиливается двумя транзисторными каскадами, первой из которых предназначен для предварительного усиления тока звуковой частоты, т. е. играет роль обычного низкочастотного усилителя, а второй — для получения мощности, необходимой для нормальной работы громкоговорителя, т. е. является мощным усилителем. Следовательно, во втором каскаде должен быть использован специальный мощный транзистор, а сила тока, отдаваемого батареей, также должна быть достаточно большой.

Детали, необходимые для сборки приемника (за исключением второго каскада), аналогичны деталям, которые использовались при

конструировании описанных ранее одно- или двухкаскадных приемников.

Транзисторы. В первом каскаде приемника используется низкочастотный маломощный транзистор, во втором — мощный (2SB-171 и 2SB-172).

Трансформаторы. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора $Тр_1$ составляют 10 и 2 *ком*, а трансформатора $Тр_2$ — 1 *ком* и 8 *ом*. При отсутствии $Тр_2$ с указанным сопротивлением обмоток можно использовать трансформатор с сопротивлением обмоток 1,2 *ком* и 8 *ом*.

Громкоговоритель. В приемнике использован громкоговоритель с диаметром диффузора 5—6,5 *см* и сопротивлением катушки 8 *ом*.

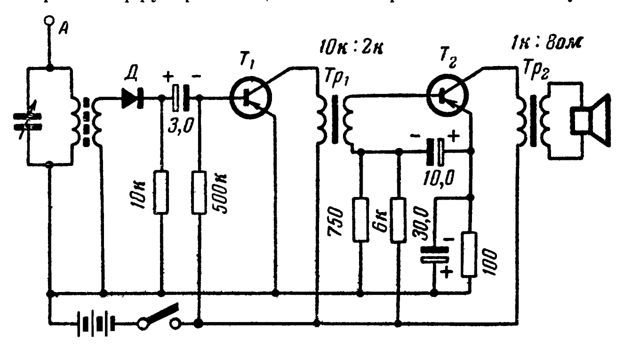


Рис. 8-1. Принципиальная схема рефлексного приемника на двух транзисторах.

Батарея. В качестве источника питания используется батарея типа 006Р с напряжением 9 *в*, вместе с которой необходимо приобрести колодку питания.

Монтажная плата. В приемнике применена текстолитовая плата с заранее проделанными в ней отверстиями диаметром 1—2 *мм*, отстоящими друг от друга приблизительно на 5 *мм*. Размеры платы составляют 100×50 *мм*.

Необходимые детали

Переменный конденсатор (односекционный) 300 *пф*	1
Магнитная антенна 300 *мкгн*	1
Транзистор 2SB-171	1
» 2SB-172	1
Диод 1N-60	1
Трансформатор (сопротивление обмоток 10 и 2 *ком*)	1
(сопротивление обмоток 1 *ком* и 8 *ом*)	1
Конденсатор 3 *мкф*×6 *в*	1
» 10 *мкф*×6 *в*	1
» 30 *мкф*×6 *в*	1
Резистор 0,125 *вт*, 100 *ом*	1
То же 750 *ом*	1
» » 6 *ком*	1

Резистор 10 *ком*		1
» » 500 *ком*		1
Громкоговоритель 8 *ом*		1
Батарея		1
Колодка питания		1
Выключатель малогабаритный		1
Диск настройки		1
Текстолитовая плата 50×100 *мм*		1
Заклепки, монтажный провод и т. п.		

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА ПРИЕМНИКА

В данном приемнике используется текстолитовая монтажная плата с заранее проделанными отверстиями, что позволяет в порядке эксперимента вести монтаж приемника, в точности придерживаясь его принципиальной схемы. Как показано на рис. 5-4, при сборке

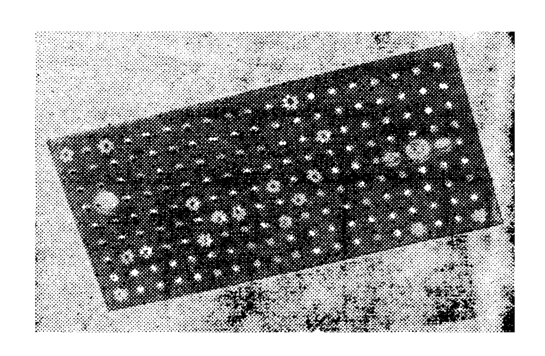


Рис. 8-2. Расположение на плате отверстий под заклепки.

приемника выводы отдельных деталей можно пропускать на обратную сторону платы, соединяя их там друг с другом пайкой, или же припаивая их к вспомогательным контактам. В данном приемнике на плате имеются отверстия диаметром 1—2 *мм*, расстояние между которыми составляет 5 *мм*, так что монтировать его схему можно по второму методу с помощью вспомогательных контактов. Отверстия диаметром 1 *мм* следует рассверлить. В отверстия же диаметром 2 *мм* в соответствующих точках вводятся пустотелые заклепки, через которые пропускаются выводы отдельных деталей, припаиваемых к ним. Внешний вид монтажной платы, подготовленной для сборки приемника, представлен на рис. 8-2. В плате прорезаны отверстия для установки переменного конденсатора и выключателя.

Процесс сборки любого приемника состоит в том, что выводы его деталей, некоторые из которых могут быть заранее установлены на монтажной плате, соединяются между собой в соответствии с принципиальной схемой. Однако при неудачном расположении деталей монтаж приемника нередко оказывается слишком сложным.

В результате любитель не только испытывает трудности при наладке и настройке приемника, но и вынужден считаться с возможностью появления в нем паразитной генерации или серьезного ухудшения его избирательности, или качества звучания. Поэтому для начинающего любителя наиболее легким является такой способ сборки приемника, при котором его монтажная схема полностью повторяет принципиальную. При этом в процессе сборки нужно стремиться к тому, чтобы пересечений между проводниками было как можно меньше.

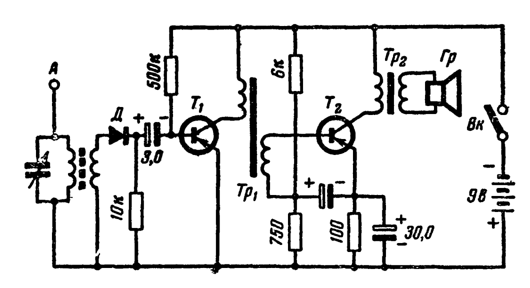


Рис. 8-3. Модифицированная принципиальная схема приемника.

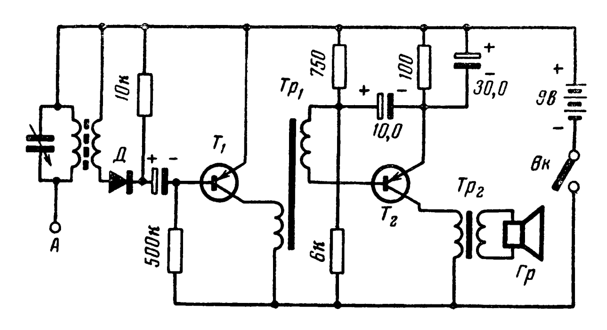


Рис. 8-4. «Перевернутая» принципиальная схема.

Вернемся теперь к принципиальной схеме приемника (см. рис. 8-1). Некоторые проводники на ней пересекаются друг с другом и поэтому, если вести монтаж, строго придерживаясь этой схемы, на плате соответствующие проводники также будут пересекаться. Однако если минусовой, т. е. идущий от минуса батареи, провод вынести в верхнюю часть принципиальной схемы, а плюсовой оставить внизу, то эта схема примет вид, показанный на рис. 8-3. В данном случае монтаж деталей на плате может быть выполнен в полном соответствии с принципиальной схемой; в левой части платы устанавливаются переменный конденсатор, за ним магнитная антенна, диод и т. д. При этом провод от положительного полюса батареи будет проходить вдоль нижней кромки платы, а от отрицательного — вдоль верхней.

В связи с тем, что при сборке приемника на обратной стороне платы монтируемая схема является как бы перевернутой по отношению к исходной, его сборку необходимо вести, ориентируясь именно на «перевернутую» схему. Для любителей, затрудняющихся представить себе схему на рис. 8-3 в перевернутом виде, она изображена на рис. 8-4.

МОНТАЖ ПРИЕМНИКА

После того как детали приемника размещены на плате в соответствии со схемой рис. 8-4, в плате вырезают отверстия для установки переменного конденсатора и выключателя. Для монтажа остальных деталей используются уже имеющиеся в плате отверстия.

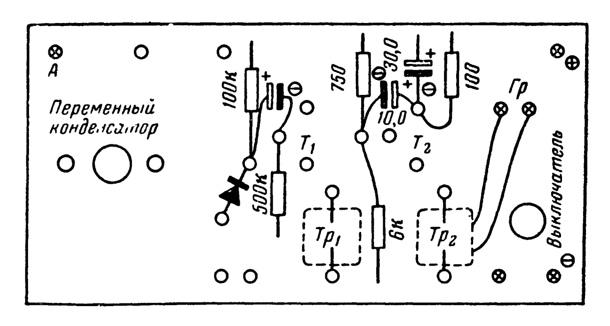


Рис. 8-5. Размещение элементов схемы на плате.

В отверстия, через которые в дальнейшем будут проходить выводы деталей, вставляются пустотелые заклепки. Размещение деталей на плате показано на рис. 8-5 (сравните с рис. 8-2). Хотя отверстия покрывают всю поверхность текстолитовой платы, на рис. 8-5 показаны лишь те из них, которые необходимы для монтажа. Знаком ⊕ отмечены заклепки, служащие для подключения батареи, громкоговорителя и т. д.

Монтаж приемника начинается с установки на плате переменного конденсатора и магнитной антенны. Переменный конденсатор подключается в схему двумя точками: со стороны статора, соединяемого с антенной, и со стороны ротора, соединяемого с общим проводом («землей»). Касание оси ротора рукой (например, при перестройке приемника) не должно приводить к каким-либо изменениям в работе приемника, чем и обусловлена необходимость подключения ротора к общему проводу. Отметим, что, хотя транзисторные приемники работают без заземления, провод, присоединяемый к колебательному контуру со стороны, противоположной антенне, по традиции называется в них земляным. Этот провод, начинается от точки, в которой соединяются выводы катушки индуктивности и переменного конденсатора, и идет до положительного полюса батареи. Пайка введенных в пустотелые заклепки выводов производится с лицевой стороны платы.

Следующим этапом сборки приемника является монтаж детекторной цепи. Один из выводов диода припаивается к лепестку за-

клепки, расположенной около антенны, совместно с одним из выводов катушки индуктивности, включаемой в цепь базы транзистора. Другой вывод этой катушки припаивается к общему проводу, а второй вывод диода соединяется с выводами конденсатора 3 *мкф* и резистора 10 *ком*. Поскольку при включении электролитического конденсатора необходимо учитывать его полярность («плюс — минус»), особое внимание при монтаже следует обратить на то, чтобы положительный полюс конденсатора был обращен к диоду. Обмотка магнитной антенны, служащая катушкой индуктивности резонансного контура, имеет средний отвод, который в данном приемнике не используется.

Оставшийся свободным отрицательный вывод конденсатора 3 *мкф* подключается на вход низкочастотного усилителя. Для этого в заклепку, в которую вставлен этот вывод, вводятся выводы базы транзистора T_1 и резистора 500 *ком*, после чего производится их совместная пайка. Выводы транзистора коротко подрезаются. Второй вывод резистора 500 *ком* и один из концов первичной обмотки трансформатора Tp_1 припаиваются к минусовому проводу, начинающемуся от отрицательного полюса батареи и проходящему через выключатель. Этот провод прокладывается от заклепки, к которой припаяны резистор 500 *ком* и один из концов первичной обмотки Tp_1. Выводы первичной и вторичной обмоток трансформаторов различаются по цвету. Например, в трансформаторе типа ST-207 один из концов первичной обмотки красного, а другой — зеленого цвета. При монтаже красный конец обмотки следует соединить с коллектором транзистора, а зеленый — с минусом батареи. Однако концы первичной обмотки можно включить и наоборот. Вторичная обмотка трансформатора Tp_1 имеет средний вывод, который, однако, в схеме не используется и который поэтому необходимо коротко подрезать. Один из концов вторичной обмотки Tp_1 соединяется с базой транзистора T_2, а второй — с соответствующими выводами резисторов сопротивлением 750 *ом* и 6 *ком* и конденсатора 10 *мкф*. Если выводы всех четырех элементов не удается завести в одну заклепку, в нее достаточно вставить и припаять выводы лишь трех элементов, а вывод четвертого припаять сверху.

Далее на плате устанавливается и включается в схему трансформатор Tp_2, средний вывод первичной обмотки которого также не используется в схеме. Следует обратить внимание на то, что один из выводов Tp_2 расположен близко к эмиттерному выводу транзистора — при монтаже их не следует путать. В заключение с приемником соединяются батарея и громкоговоритель. Подключение батареи сводится к подпайке в схему проводов, идущих от колодки питания. Данная колодка надевается на выводы батареи лишь после того, как установлено, что схема приемника собрана правильно. Выключатель в этот момент находится в положении «выключено». Каждый из проводов питания припаивается к соответствующей заклепке. После этого производится подключение антенны. Собирая схему в заданном порядке, т. е от начала к концу, антенну следовало бы подключить в первую очередь. Однако подключение длинной антенны может оказаться неудобным и поэтому ее целесообразнее соединить с остальной схемой лишь на заключительной стадии монтажа. Антенна представляет собой тонкий провод в виниловой изоляции длиной 2—3 *м*. Расположение деталей на плате приемника показано на рис. 8-6, на котором плата — для того чтобы монтаж был виден достаточно хорошо — изображена в ином ракурсе, чем на остальных

рисунках. На ось переменного конденсатора насаживается диск настройки. Закрепив диск на оси переменного конденсатора, на него наносят деления, соответствующие различным положениям ротора. На этом сборку приемника можно считать законченной.

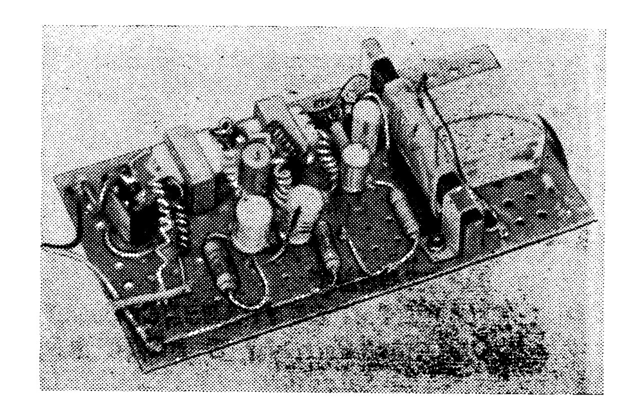


Рис. 8-6. Вид на плату с тыльной стороны.

ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Если приемник находится на значительном удалении от передающих станций, конец антенного провода необходимо 3—5 раз обмотать вокруг проводов электроосветительной сети (при незначительном удалении от передающей станции этого можно не делать). Поскольку приемник несложен и обычно не требует дополнительной наладки, можно ожидать, что он заговорит сразу же после включения питания. Перестройка приемника, как обычно, производится с помощью переменного конденсатора.

Громкоговоритель необходимо установить в ящик, так как при отсутствии ящика возможны искажения звука. При неустойчивой

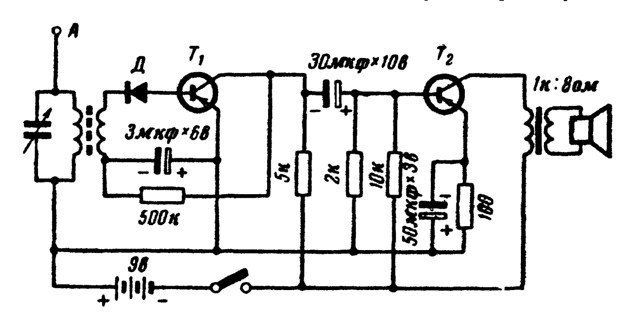


Рис. 8-7. Схема двухкаскадного приемника с одним трансформатором.

работе усилителя параллельно первичной обмотке трансформатора $Тр_2$ подключается конденсатор емкостью 0,01—0,05 *мкф*.

На рис. 8-7 приведена схема двухкаскадного транзисторного приемника, в которой используется только один трансформатор (трансформатор $Тр_1$ исключен). Поскольку приемник с одним трансформатором несколько проще, то, изучив особенности работы и наладки приемника, собранного по схеме рис. 8-1, радиолюбитель может перейти к схеме рис. 8-7. Эта схема выполнена с использованием двух транзисторов типа 2SB-54 и 2SB-56 и работает приблизительно так же, как и схема рис. 8-1.

Глава девятая

ПРИЕМНИК НА ЧЕТЫРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ, ОФОРМЛЕННЫЙ В ВИДЕ КНИГИ

СХЕМА ПРИЕМНИКА

Очевидно, в качестве корпуса приемника можно использовать самые разнообразные предметы, которые окружают нас в повседневной жизни — коробки из-под карандашей, конфет и т. д.

Приемник, конструкция которого рассмотрена в данной главе, собирается в коробке из-под конфет, которая показана на рис. 9-1.

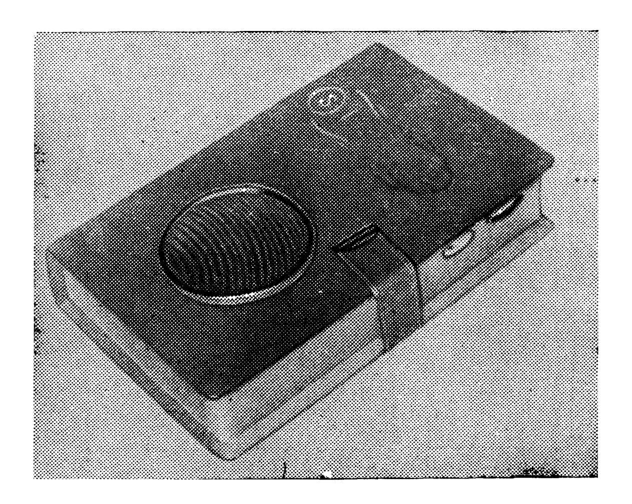


Рис. 9-1. Внешний вид приемника, оформленного в виде книги, с одним каскадом высокочастотного усиления.

Этой коробке размерами 170×110×35 *мм* придан вид книги в пластмассовом переплете. Ее размеры позволяют переносить приемник в руке и брать его с собой на прогулки, экскурсии и т. д. Приемник, схема которого изображена на рис. 9-2, представляет собой приемник прямого усиления и собирается на четырех транзисторах. В приемнике имеются один каскад усиления высокой частоты и два каскада усиления низкой частоты. Высокочастотный сигнал, принимаемый магнитной антенной, усиливается с помощью транзистора типа 2SA-72, играющего роль усилителя высокой частоты. Обычно такого рода усилители имеют резонансные контуры на входе транзистора

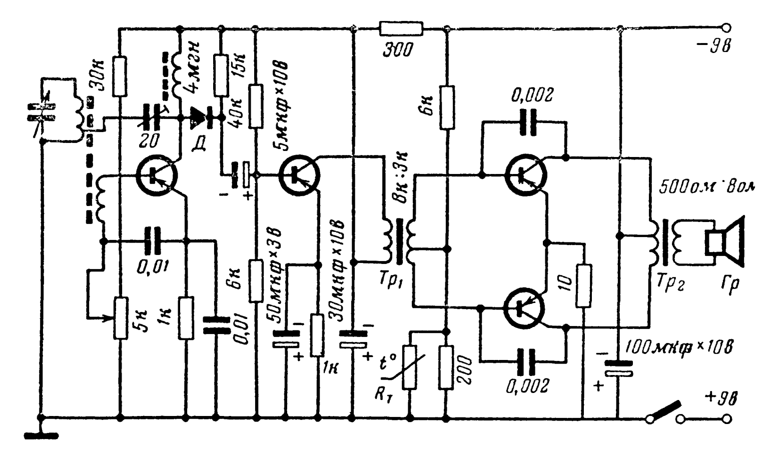


Рис. 9-2. Принципиальная схема приемника на четырех транзисторах с одним каскадом высокочастотного усиления.

(со стороны базы) и на его выходе (со стороны коллектора). Однако в данном приемнике с целью упрощения схемы резонансный контур предусмотрен лишь на входе усилителя высокой частоты, а на его выходе подключена апериодическая цепь. Следует отметить, что в результате отказа от выходного резонансного контура избирательность и чувствительность приемника должны несколько ухудшиться. Однако в рассматриваемом случае ухудшение чувствительности компенсируется введением положительной обратной связи, применение которой повышает чувствительность приемника до уровня, сравнимого с чувствительностью приемника, усилитель высокой частоты которого имеет два резонансных контура.

Глубина обратной связи регулируется с помощью потенциометра сопротивлением 5 *ком*, включенного в цепь базы транзистора первого каскада. Этим же потенциометром регулируется и громкость звучания. Характерным для приемников с положительной обратной связью является то, что при чрезмерном увеличении обратной связи в них возникает генерация, в результате чего качество звучания ухудшается и звук становится крайне неприятным. Данный приемник, однако, рассчитан так, что подобных эффектов в нем возникать не должно. В процессе настройки на ту или иную станцию в громкоговорителе

приемника может прослушиваться свист, который, однако, прекращается при точной настройке.

Напряжение усиленного высокочастотного сигнала выделяется на дросселе 4 *мгн*, включенном в коллекторную цепь первого транзистора (2SA-72), и детектируется с помощью германиевого диода. В целях защиты транзистора полярность подключения диода обязательно должна соответствовать показанной на схеме.

Продетектированный сигнал усиливается с помощью транзистора типа 2SB-54, поступает на двухтактный мощный усилитель, собранный на двух транзисторах типа 2SB-56, еще раз усиливается в нем и подается на громкоговоритель. Двухтактным усилителем называется представленная на рис. 9-2 усилительная схема, работающая на двух транзисторах. Эта схема обеспечивает бо́льшие к. п. д. и мощность на выходе приемника, чем может развить усилитель на одном транзисторе. Поэтому в большинстве современных приемников усилители низкой частоты собираются именно по двухтактной схеме.

Между коллектором и базой транзисторов двухтактного усилителя включены конденсаторы емкостью 0,002 *мкф*, с помощью которых осуществляется отрицательная обратная связь. Эти конденсаторы обеспечивают также частичное подавление в сигнале высокочастотных составляющих, что улучшает качество звучания приемника. Для подавления высоких частот можно также подключить конденсатор параллельно первичной обмотке выходного трансформатора Tp_2.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Как показано на рис. 9-3, громкоговоритель приемника монтируется на его лицевой панели, т. е. на крышке коробки, а основные детали и батарея устанавливаются в самом корпусе. Приемник рассчитан на питание от батареи напряжением 9 *в* (типа «Крона»), хотя размеры корпуса позволяют установить в нем элементы большего размера.

Если приемник включается на длительное время, для его питания целесообразно использовать крупногабаритные батареи.

Переменный конденсатор. Если бы на выходе усилителя высокой частоты был подключен резонансный контур, для настройки приемника потребовался бы двухсекционный переменный конденсатор. Однако в данном приемнике предусмотрен лишь один резонансный контур — на входе усилителя. Поэтому в нем можно использовать обычный односекционный конденсатор с максимальной емкостью 300 *пф*.

Магнитная антенна. В качестве магнитной антенны можно использовать антенну любого типа с индуктивностью 300 *мкгн*. В собранной автором схеме был применен сердечник размерами 4×14×85 *мм*. Поскольку увеличение размеров антенны благоприятно сказывается на чувствительности приемника, размеры выбранной для приемника антенны ограничиваются лишь возможностью ее размещения в корпусе.

Транзисторы. В усилителе высокой частоты должны быть использованы транзисторы, предназначенные для усиления (или преобразования) сигналов, частота которых соответствует диапазону средних или коротких волн.

Диод. В приемнике был использован диод типа 1N-60. Возможно также применение диодов типа SD-46 и т. д.

Трансформаторы. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформаторов, которые были применены в приемнике, составляют 8 и 3 *ком* (трансформатор $Тр_1$) и 500 и 8 *ом* (трансформатор $Тр_2$). Собственно, вместо трансформатора с сопротивлениями обмоток 8 и 3 *ком* в приемнике целесообразно было бы использовать трансформатор с обмотками сопротивлением 8 и 4 *ком*. Однако такого трансформатора в наличии не оказалось, и, собирая экспериментальный вариант приемника, автор был вынужден довольствоваться трансформатором с обмотками 8 и 3 *ком*.

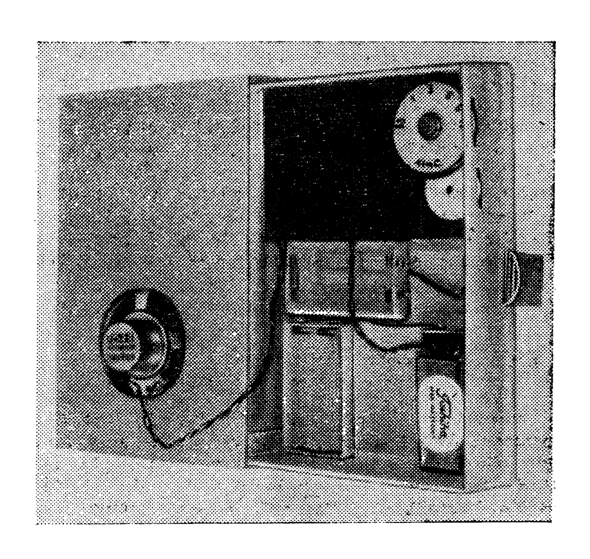


Рис. 9-3. Размещение источников питания в корпусе приемника (передняя крышка снята).

Громкоговоритель. Поскольку размеры корпуса приемника сравнительно велики, громкоговоритель для него выгодно выбирать возможно больших размеров. Однако в схеме, собранной автором, был использован громкоговоритель диаметром всего 6 *см*, поскольку рамки (облицовки) для громкоговорителя большего диаметра в наличии не оказалось.

Потенциометр. Потенциометр (с выключателем) по возможности должен обладать характеристикой типа В. Однако если такой потенциометр приобрести не удастся, можно использовать и обычный — типа А

Параметры остальных деталей схемы приведены в прилагаемой таблице.

Следует отметить, что, помимо указанных в таблице, нужно приобрести некоторое количество дополнительных резисторов и конденсаторов, которые могут понадобиться при наладке схемы.

Необходимые детали

Переменный конденсатор односекционный (300 *пф*)		1
Магнитная антенна 300 *мкгн*		
Транзистор 2SA-72		1
» 2SB-54		1
» 2SB-56		1
Диод 1N-60		1
Варистор D-22A		1
Трансформатор ST-206		1
» ST-331		1
Дроссель с сердечником 4 *мгн*		1
Потенциометр (с выключателем) 5 *ком* (типа В)		1
Резисторы 0,25—0,125 *вт*, 10; 200; 300 *ом*; 5, 6, 15, 30, 40 *ком*	по	1
Резистор 1 *ком*		2
Конденсаторы 0,002 *мкф*		2
» 0,01 *мкф*		2
» 50 *мкф*×30 *в*		1
» 5 *мкф*×10 *в*		1
» 30 *мкф*×10 *в*		1
» 100 *мкф*×10 *в*		1
Громкоговоритель диаметром 6 *см* и сопротивлением катушки 8 *ом*		1
Подстроечный конденсатор 20 *пф*		1
Батарея		1
Держатели для сухих элементов		3
Колодка питания		2
Диск настройки		2
Держатель антенны		1
Корпус		1

СБОРКА ПРИЕМНИКА

Изготовление монтажной платы и несущей рамки. Хотя сравнительно большие размеры корпуса естественно облегчают сборку приемника, корпус не должен быть громоздким — в противном случае могут возникнуть затруднения при монтаже электрической схемы. Исходя из этих соображений, размеры монтажной платы были приняты равными 100×65 *мм*. Расположение отверстий на монтажной плате определяется после прикидочного размещения на ней всех необходимых деталей.

В корпусе приемника отсутствуют какие-либо элементы, с помощью которых в нем можно было бы установить монтажную плату. Напомним, что корпус представляет собой оклеенную пластиком картонную коробку, закрепить внутри которой плату совершенно невозможно, если, конечно, в ней заранее не сделать какие-либо специальные приспособления. Поэтому помимо монтажной платы необходимо изготовить еще специальную рамку, на которой и будет укреплена плата. Если размеры рамки будут соответствовать размерам платы, их соединение не представляет особых трудностей. Изготовлять рамку можно не слишком тщательно — главное, чтобы она имела Г-образную форму. Рамка вырезается из алюминиевого листа толщиной

1 *мм* и имеет размеры приблизительно 23×165 *мм*. Кроме того, в ней проделываются отверстия, расположение которых должно совпадать с расположением отверстий на плате. Любитель, которому изготовление рассмотренной рамки покажется трудным, может просто приклеить на стенки коробки деревянные брусочки.

Диаметр отверстий, высверливаемых в плате, составляет 1 *мм*, если эти отверстия предназначены для пропускания проводников, и 2 *мм*, если они предназначены для установки заклепок или крепления трансформаторов. Диаметр оси переменного конденсатора составляет 6 *мм*, и для того чтобы она легко проходила в соответствующее отверстие корпуса, его достаточно сделать равным 7—8 *мм*. Диаметр отверстий для крепления платы составляет 2,6—3 *мм*. В рабочем положении диск настройки должен выступать за край корпуса на 3—5 *мм*, поэтому положение переменного конденсатора определяется в зависимости от размеров диска. Ниже переменного конденсатора просверливается отверстие для установки потенциометра. Поскольку размеры ручки (диска настройки) потенциометра невелики, вырез в плате делается, начиная от ее края. Однако и в этом случае диск выступает ненамного, поэтому, приобретая потенциометр, его следует выбирать с возможно большим диаметром ручки.

Монтаж электрической схемы. В корпусе необходимо прорезать отверстие для громкоговорителя и пазы, через которые будут проходить ручки или диски, насаженные на оси переменного конденсатора и потенциометра (рис. 9-3). Для громкоговорителя вырезается одно большое круглое отверстие, а также несколько малых, через которые проходят лапки крепящей громкоговоритель рамки. Для того чтобы правильно вырезать в корпусе отверстие для диска настройки переменного конденсатора, Г-образную рамку необходимо вставить в корпус и временно наложить на нее плату с установленным на ней конденсатором. Тогда положение и размеры этого отверстия можно будет определить очень легко. Отверстие имеет четырехугольную форму и его обработка с помощью напильника затруднительна. Поэтому в данном случае целесообразнее использовать лобзик. Затем таким же способом вырезается отверстие для ручки потенциометра. Во избежание зацепления между диском переменного конденсатора

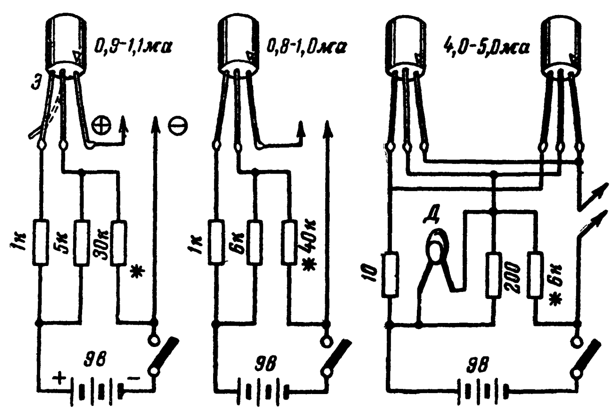


Рис. 9-4. Подбор режима транзисторов по постоянному току.

и диском потенциометра потенциометр монтируется с применением специальных втулок, что исключает возможность соприкосновения дисков.

Монтаж приемника можно начинать с любой стороны платы. Однако поскольку любителю рекомендуется ориентироваться на прилагаемые монтажные схемы, целесообразнее начинать с той, где установлен переменный конденсатор. После того как в соответствующие отверстия платы вставлены заклепки и надлежащим образом закреплен переменный конденсатор, на плате устанавливают магнитную антенну, транзистор 2SA-72 и прочие детали.

Прежде чем приступить к монтажу электрической схемы, необходимо отрегулировать коллекторный ток каждого транзистора. В транзисторных радиоприемниках чувствительность приема зависит от тока в коллекторной цепи. Регулировка же тока (заменой рези-

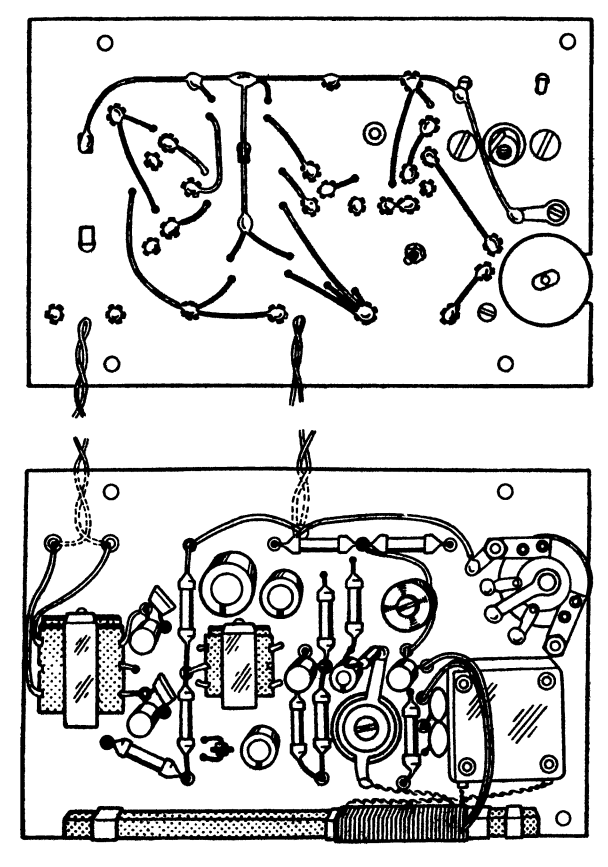


Рис. 9-5. Лицевая и оборотные стороны платы с установленными элементами,

сторов) после окончания монтажа электрической схемы крайне затруднительна, ввиду чего подбор сопротивлений, при которых величина коллекторного тока равна расчетной, следует производить заранее и собирать схему только на отобранных таким образом резисторах. Значения коллекторного тока, который можно считать нормальным для каждого используемого в приемнике транзистора, указаны на рис. 9-4. Если реальное значение тока отличается от указанного на этом рисунке, его необходимо отрегулировать подбором сопротивления резистора, отмеченного на схеме звездочкой.

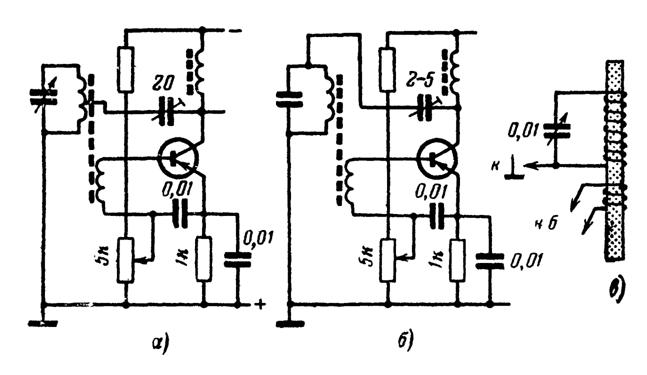


Рис. 9-6. Способы введения положительной обратной связи.

а — при наличии отвода у катушки индуктивности; *б* — при отсутствии отвода; *в* — направление намотки катушки на сердечнике.

Монтажная схема приемника показана на рис. 9-5. Магнитную антенну можно установить в держателе. При этом предпочтительнее использовать держатель, допускающий крепление пайкой, а не винтами. При отсутствии держателя антенну можно закрепить, привязав ее к плате с помощью изоляционной трубочки диаметром около 1 *мм* и промазав клеем те места, где она соприкасается с платой. При использовании магнитной антенны с гибкими выводами их не следует коротко подрезать — это неудобно при последующей пайке.

Средний отвод контурной обмотки антенны, необходимый для подачи обратной связи, должен быть соединен с подстроечным конденсатором. Если же в приемнике применена антенна с контурной обмоткой без среднего отвода, монтаж схемы ведется в соответствии с рис. 9-6, *б*.

Необходимо иметь в виду, что если направления намотки контурной катушки и катушки связи, включаемой в цепь базы, не будут совпадать (рис. 9-6, *в*), то регенерации в схеме не возникнет. Поэтому при монтаже самое тщательное внимание должно быть обращено на правильность включения обмоток магнитной антенны. Не следует упускать из вида также и необходимость соблюдения при монтаже полярности диодов, транзисторов и электролитических конденсаторов.

При пайке выводов деталей схемы, которые группами по два-три вывода заводятся в одну заклепку, выводы диодов и транзисторов необходимо придерживать массивным пинцетом во избежание перегрева полупроводника. Следует также учитывать, что у некоторых типов высокочастотных транзисторов имеется четвертый вывод (от корпуса), в то время как транзисторы других типов обладают только тремя. Четвертый вывод, если он имеется, необходимо присоединить к общему земляному проводу.

Конденсаторы 0,002 *мкф,* включаемые между коллектором и базой транзисторов 2SB-56, должны монтироваться с учетом их возможной замены при настройке приемника (в крайнем случае один из их выводов можно оставлять неприпаянным). Провода, идущие к громкоговорителю, а также к колодке питания, через соответствующие отверстия пропускаются с обратной стороны платы на лицевую и припаиваются там.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОМ

Если схема приемника собрана без ошибок, то он заработает тотчас же после подключения к нему громкоговорителя и батареи. Однако вначале на первом этапе настройки его магнитную антенну целесообразно поднести поближе к проводам электроосветительной сети. Поставив движок потенциометра приблизительно в среднее положение и вращая ось переменного конденсатора, следует настроиться на ту или иную станцию. Поймав какой-нибудь, пусть даже очень слабый сигнал, надо отрегулировать положительную обратную связь. Для этого необходимо установить подстроечный конденсатор в положение, при котором генерация начинается в тот момент, когда ось потенциометра находится почти в крайнем правом положении (началу генерации соответствует появление свистов при настройке на станцию). Если подстроечный конденсатор включен так, как показано на рис. 9-6, *б*, то генерация будет возникать при тех положениях подстроечного конденсатора, когда его емкость невелика. Если как следует отрегулировать подстроечный конденсатор не удается, его емкость необходимо уменьшить, для чего между обкладками конденсатора вводится дополнительный изолирующий слой (например, бумага) или же площадь одной из обкладок сокращается приблизительно наполовину. Условия самовозбуждения, как правило, выполняются легче на высоких частотах, однако в зависимости от характеристик дросселя (4 *мгн*) в некоторых случаях эти условия могут быть легче и в области низких частот. Поэтому в заключение, вращая ротор переменного конденсатора в обе стороны, необходимо убедиться, что генерации не возникает ни при одном из его положений. Если содержание высоких частот в выходном сигнале слишком велико, емкость конденсаторов, соединяющих коллектор и базу выходных транзисторов, следует увеличить с 0,002 до 0,005 *мкф.*

Проверив правильность монтажа и работоспособность схемы, плату устанавливают в корпус. Для этого к корпусу приклеивается рамка, изготовление которой было описано ранее, а к ней с помощью винтов крепится плата. Для того чтобы закрыть монтаж с обратной стороны платы, поверх нее можно установить еще одну текстолитовую пластину.

В нижней части корпуса приклеивают держатели для сухих элементов. Все элементы соединяются последовательно и подключаются к колодке питания. Когда приемник работает от сухих элементов, колодку питания, к которой они подключены, необходимо соединять с колодкой, подключенной к монтажной плате. При этом, естественно, следует обратить внимание на полярность питания: красный провод должен идти от общего «минуса», а черный — от «плюса». В противном случае элементы будут включены неправильно.

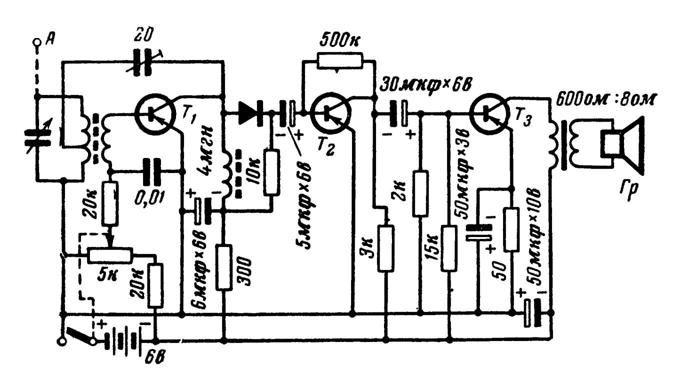


Рис. 9-7. Принципиальная схема приемника на трех транзисторах.

На рис. 9-7 приведена еще одна схема приемника на трех транзисторах с одним каскадом высокочастотного усиления. Эта схема несколько проще, чем показанная на рис. 9-2, поэтому собирать ее можно в корпусе меньших размеров, однако чувствительность и качество звучания, которые она обеспечивает, несколько хуже.

Глава десятая

КОРОТКОВОЛНОВЫЙ ПРИЕМНИК НА ЧЕТЫРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ СО СМЕННЫМИ КАТУШКАМИ

Промышленные транзисторные приемники, имеющие достаточно большие размеры, обычно позволяют принимать передачи как на коротких, так и ультракоротких волнах (с частотной модуляцией). Поскольку возможность приема сигнала той или иной частоты определяется параметрами резонансного контура, то, вводя в схему приемника контуры, рассчитанные как на прием средних, так и на прием коротких волн и при необходимости переключая их, можно попеременно вести прием на частотах обоих диапазонов. Однако в связи с тем, что короткие волны, как известно, затухают в большей

степени, чем средние, при невысокой чувствительности приемника принимать передачи на коротких волнах не представляется возможным. Более высокой чувствительностью обладают приемники, построенные по так называемой супергетеродинной схеме. С другой стороны, изготовление супергетеродинного коротковолнового приемника довольно затруднительно, в особенности для начинающего радиолюбителя, и поэтому приемник, предлагаемый в настоящей главе, собран по схеме прямого усиления.

Принципиальная схема коротковолнового приемника показана на рис. 10-1. Входной резонансный контур приемника состоит из пе-

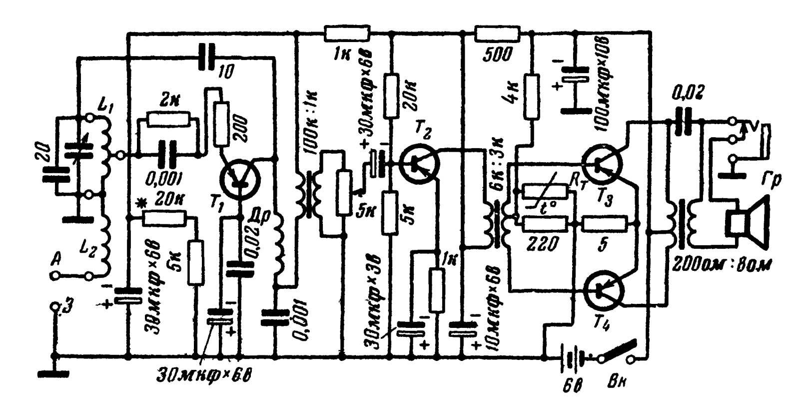


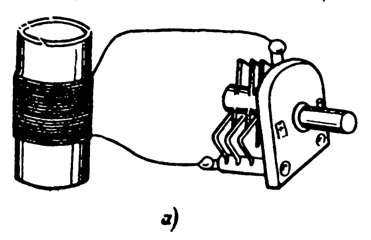
Рис. 10-1. Принципиальная схема коротковолнового приемника на четырех транзисторах

ременного конденсатора и катушки индуктивности L_1. Укажем, что в комплект приемника входят три сменные катушки L_1, переключая которые, можно вести прием на частотах от 3 до 12 *Мгц*. К резонансному контуру подключен транзистор типа 2SA-93, на выходе которого в результате регенеративного детектирования выделяется сигнал звуковой (низкой) частоты. Этот сигнал усиливается транзистором типа 2SB-54, а затем подается на вход мощного усилителя, собранного по двухтактной схеме на двух транзисторах типа 2SB-56. С выхода мощного усилителя усиленный сигнал поступает на громкоговоритель. Кроме того, в схеме предусмотрена возможность приема слабых сигналов непосредственно на телефон.

Основные свойства любого приемника определяются расчетными характеристиками его резонансного контура. Так, принимаемая частота определяется произведением входящих в контур индуктивности L и емкости C, т. е. величиной LC. Например, если приемник настроен на частоту 3,5 *Мгц* (рабочая частота любительских радиостанций), то произведение LC равно приблизительно 2 000 (*пф · мкгн*). Поэтому сигнал названной частоты можно выделять или с помощью контура, состоящего из катушки индуктивности 200 *мкгн* и конденсатора емкостью 10 *пф*, или с помощью контура, состоящего из катушки индуктивности 10 *мкгн* и конденсатора емкостью 200 *пф* (рис. 10-2). При этом, однако, следует учитывать, что чем больше

индуктивность контура, тем лучше чувствительность приемника, а чем больше емкость контура, тем выше его стабильность. На практике между противоречивыми требованиями, предъявляемыми к емкости и индуктивности контура, устанавливается некоторый компромисс, и величина емкости переменного конденсатора обычно выбирается порядка 100 *пф*.

Рассматривая взаимосвязь емкости переменного конденсатора и ширины диапазона принимаемых частот, необходимо отметить, что с возрастанием этой емкости (точнее, отношения максимальной емкости к минимальной) ширина диапазона также возрастает. Очевидно настройку приемника во всей полосе рабочих частот удобно производить с помощью одного лишь конденсатора, хотя, с другой стороны, число станций, приходящихся на одно деление шкалы, будет в этом случае довольно велико, и точная настройка на определенную станцию станет крайне затруднительной. В средневолновых приемниках отношение максимальной и минимальной принимаемых частот равно приблизительно 3,5 (515—1 750 *кгц*), а в коротковолновых — менее 2. Именно поэтому применение в них переменных конденсаторов со слишком большой емкостью оказывается нежелательным.



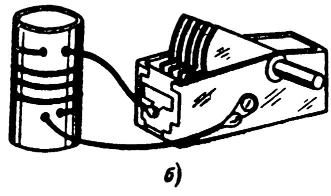


Рис. 10-2. Два способа настройки резонансного контура на одну и ту же частоту.

а — 200 *мкгн* и 11 *пф*; *б* — 11 *мкгн* и 200 *пф*.

В данном приемнике был использован переменный конденсатор с максимальной емкостью 70 *пф*. Этот конденсатор обладает линейной характеристикой, т. е. линейной зависимостью емкости от угла поворота, и потому при малых значениях емкости (на высоких частотах) емкость начинает изменяться чрезвычайно быстро, что затрудняет точную настройку. Для устранения этого эффекта параллельно переменному включен конденсатор постоянной емкости 20 *пф*. Допустим, что, как показано на рис. 10-3, при повороте оси переменного конденсатора на десять делений его емкость составляет 10 *пф*, а при повороте оси на двадцать делений —

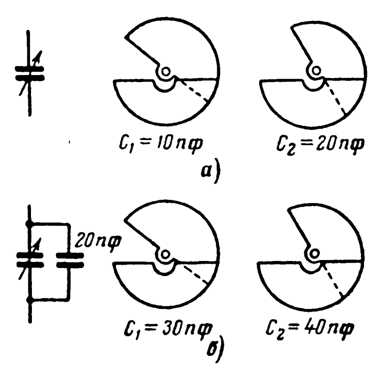


Рис. 10-3. Эффект подключения параллельного конденсатора.

а — только конденсатор переменной емкости; *б* — то же и параллельно включенный конденсатор емкостью 20 *пф*.

20 *пф*. Тогда отношение максимальной и минимальной принимаемых частот будет равно приблизительно 1,4. Если же параллельно переменному конденсатору подключить конденсатор с постоянной емкостью 20 *пф*, то указанное соотношение уменьшится до 1,18, что благоприятно скажется на точности настройки.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Приемник, внешний вид которого представлен на рис. 10-4, собирается на алюминиевом шасси с лицевой панелью. Как известно, приближение человеческой руки к элементам резонансного контура — катушке индуктивности и переменному конденсатору — при-

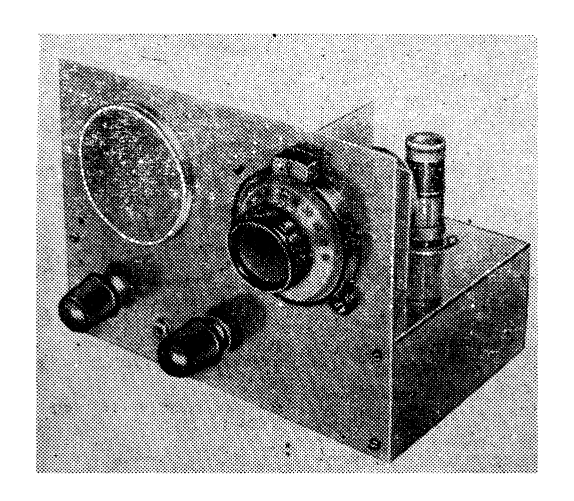


Рис. 10-4. Внешний вид коротковолнового приемника на четырех транзисторах.

водит к изменению его частоты, ввиду чего резонансный контур экранируется от органов настройки металлической панелью. В приемнике использован верньерный механизм, существенно упрощающий процесс настройки.

Транзисторы. Поскольку частота сигналов, поступающих на вход транзистора T_1, который выполняет функции детектора, доходит до 12 *Мгц*, в качестве T_1 можно использовать транзисторы, предназначенные для усиления, преобразования или генерации частот, соответствующих коротким волнам. В качестве T_2 можно применить транзисторы, предназначенные для усиления на низких частотах, а в качестве T_3 — транзисторы, используемые в мощных усилителях.

Переменный конденсатор. В коротковолновых приемниках совершенно не обязательно использовать переменные конденсаторы ка-

кого-то особого типа. В данном приемнике был применен конденсатор, используемый в ламповых приемниках в цепи положительной обратной связи. Приобретая конденсатор, следует обращать внимание на то, чтобы его конструкция была достаточно прочной, а ось ротора вращалась легко, без усилий

Каркас катушки. Сменные катушки индуктивности наматываются на каркасах, которые вставляются в специальную панельку. Обычно диаметр каркаса составляет 35 *мм*, однако в данном приемнике удобнее использовать каркасы диаметром 16 *мм*. Эти каркасы имеют четыре вывода (ножки), что определяется особенностями детекторного каскада.

Дроссель. В приемнике применен дроссель индуктивностью 300 *мкгн*, используемый в некоторых типах телевизоров. Кроме него следует приобрести еще дроссели индуктивностью 100, 200 *мкгн* и 1 *мгн*, которые могут понадобиться при наладке схемы.

Трансформаторы. В приемнике используются трансформаторы со следующими сопротивлениями первичной и вторичной обмоток: 100 и 1 *ком* ($Тр_1$); 6 и 3 *ком* ($Тр_2$); 200 и 8 *ом* ($Тр_3$).

Шасси. Поскольку собирать приемник на шасси слишком малых размеров неудобно, для его монтажа было решено использовать шасси размерами 160×100×50 *мм* и лицевую панель (алюминиевую) размерами 160×120 *мм*.

Таблица 1

Необходимые детали

Транзистор 2SA-93	1
» 2SB-54	1
» 2SB-56	2
Переменный конденсатор 70 *пф*	1
Каркасы катушек индуктивности диаметром 16 *мм*	3
Панелька для установки катушек индуктивности	1
Дроссель 300 *мкгн*	1
Резисторы 0,125 *вт*, 5; 200; 220; 500 *ом*; 2; 4; 5 *ком*	по 1
Резисторы 1; 20 *ком*	по 2
Конденсаторы:	
подстроечный 10 *пф*	1
титановый 20 *пф*	1
керамические 0,001; 0,002 *мкф*	по 2
электролитические 30 *мкф*×3 *в*	1
» 3 *мкф*×6 *в*	1
» 10 *мкф*×6 *в*	1
» 30 *мкф*×6 *в*	2
» 100 *мкф*×10 *в*	1
Терморезистор D-22A	1
Потенциометр 6 *ком* типа В (с выключателем)	1
» 5 *ком* типа А (без выключателя)	1
Трансформатор с сопротивлением обмоток 100 и 1 *ком*	1
То же 6 и 3 *ком*	1
» » 200 и 8 *ом*	1
Громкоговоритель 8 *ом*	1

Держатель громкоговорителя 1
Верньерный механизм диаметром 50 *мм* . . 1
Телефонное гнездо 1
Батарея 1
Колодка питания 1
Зажимы «земля» и «антенна» . . . . по 1
Ручки потенциометров 2
Шасси (вместе с лицевой панелью) 160×100×
×50 *мм* 1
Муфта 1
Текстолитовые платы, заклепки и. пр.

НАМОТКА КАТУШЕК

Намотка катушек производится после того, как завершен монтаж основных узлов схемы.

Если параллельно переменному конденсатору емкостью 70 *пф* подключить конденсатор с постоянной емкостью 20 *пф*, то отношение максимальной принимаемой частоты к минимальной будет равно 1,7. С использованием трех сменных катушек диапазон принимаемых частот, начинающийся от частоты 3 *Мгц*, вообще говоря, можно было бы расширить до 14 *Мгц* Однако ввиду того, что соседние поддиапазоны частично перекрывают друг друга, данный приемник будет принимать станции, работающие лишь на частотах от 3 до 12 *Мгц*. Диапазоны частот, которые можно принимать с помощью каждой из сменных катушек, и число витков каждой из них указаны в табл. 2.

Таблица 2

Диапазон, *Мгц*	Число витков катушки L_1	Отвод от витка	Число витков катушки L_2	Толщина провода, *мм*
3,0—4,9	55	5-го	7	0,23
4,7—8,0	31	4-го	4	0,32
6,9—12,0	17	3-го	3	0,32

Катушки *В* и *С* наматывают медным проводом диаметром 0,32 *мм* в эмалевой изоляции, который укладывают в канавку, вырезанную на боковой поверхности каркаса. Катушку же *А* с большим числом витков мотают медным проводом диаметром 0,23 *мм*, укладывая каждый последующий виток вплотную к предыдущему. Для этого перед началом намотки катушки ребра, отделяющие один виток канавки от другого, необходимо удалить с помощью напильника. Намотку катушки начинают на высоте приблизительно 5 *мм* от верхней кромки. На этой высоте в каркасе прокалывают отверстие диаметром 0,5—1 *мм*, через которое пропускают провод. Конец провода хорошо зачищается и припаивается к одной из ножек цоколя с ее внутренней стороны.

Порядок соединения выводов катушки с ножками цоколя особой роли не играет. Так, например, вывод катушки, идущий к пе-

ременному конденсатору, может быть соединен с наиболее удаленной от других ножек цоколя, средний вывод — со следующей ножкой, а выводы, идущие к антенне и общему проводу, — с двумя остальными ножками. Припаяв конец провода, следует слегка натянуть его и, медленно вращая повернутый набок каркас, приступить к намотке катушек. При изготовлении среднего вывода катушки провод необходимо перерезать и оба его конца припаять к соответствующей ножке. Не следует забывать, что виток, от которого делается вывод, отсчитывается от конца катушки, т. е. от общего провода, а катушкой L_1 считается вся верхняя часть обмотки, показанная на рис. 10-5.

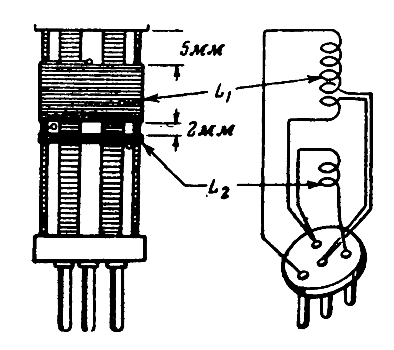


Рис. 10-5. Намотка катушек индуктивности.

МОНТАЖ ПРИЕМНИКА

Поскольку детали схемы устанавливаются на монтажной плате, эту плату необходимо изготовить в первую очередь. Вообще говоря, все детали схемы можно было бы разместить на одной и той же плате, но для удобства монтажа в приемнике использована не одна, а две платы, на одной из которых монтируется детекторный блок, а на второй — усилительный. Размеры первой платы составляют 30×45 *мм*, а второй 40×80 *мм*.

На «детекторной» плате размещается часть схемы от входа до трансформатора Tp_1. Помимо того, в состав детекторного блока входит развязывающий резистор сопротивлением 1 *ком*. Монтажная схема этого блока представлена на рис. 10-6. Как показано на этом рисунке, с каждой стороны платы установлены заклепки с лепестком, играющие роль ее контактных выводов. С одной стороны платы имеется четыре таких заклепки, а с другой — пять. Однако одна из пяти заклепок выполняет лишь служебные функции, облегчая монтаж схемы, поэтому с обеих сторон платы в принципе можно устанавливать по одинаковому числу заклепок, т. е. по четыре.

Один из выводов резистора 200 *ом* и эмиттерный вывод транзистора заводятся в соответствующую заклепку. Выводы остальных деталей крепятся без помощи заклепок — их по одному пропускают через соответствующие отверстия в монтажной плате и спаивают с ее обратной стороны. В результате этого число таких отверстий довольно велико.

Еще раз отметим, что монтаж схемы необходимо вести чрезвычайно тщательно, стараясь избегать ошибок.

Укажем также, что устанавливать транзистор на плате в его обычном положении неудобно, поэтому он закрепляется на ней перевернутым. У транзистора T_1 четыре вывода, один из которых, идущий от корпуса, соединяется с общим проводом. Общий вид полностью смонтированного детекторного блока представлен на рис. 10-7. Монтажная схема усилительного блока показана на рис. 10-8. На краях платы, на которой смонтирован этот блок, также имеются

заклепки с лепестком, играющие роль ее входных и выходных контактов. Для того чтобы транзисторы схемы были закреплены достаточно жестко, коллекторный вывод транзистора T_2, а также базовый и коллекторный выводы транзисторов T_3 и T_4 заводятся в заклепки. Схема усилительного блока практически аналогична схеме усилителя на трех транзисторах, которая будет рассмотрена в гл. 12.

Теперь, просверлив в шасси необходимые отверстия, необходимо закрепить лицевую панель. Вид на шасси сверху показан на

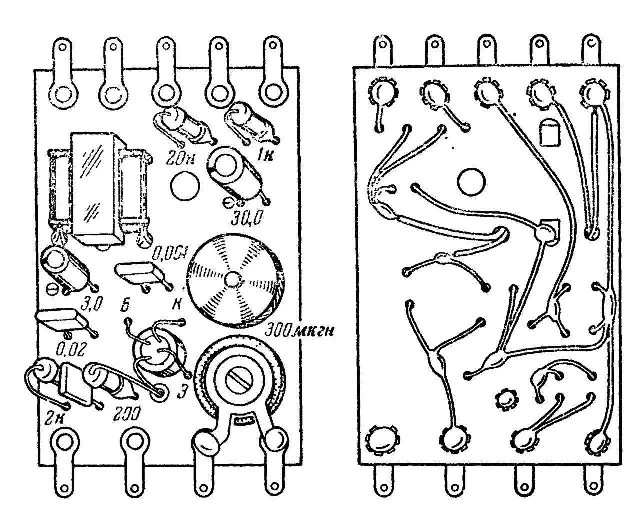


Рис. 10-6 Монтаж детекторного блока.

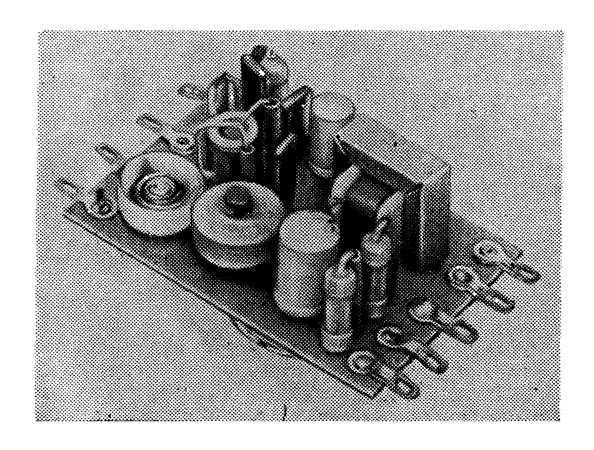


Рис 10-7. Вид готового детекторного блока.

рис. 10-9. Переменный конденсатор устанавливается на шасси с помощью специальной крепежной скобы, изготовленной из согнутой под углом алюминиевой полосы. Под переменным конденсатором в шасси просверливается отверстие, через которое пропускается провод от его статора. Ось переменного конденсатора соединяется с верньерным механизмом с помощью муфты, однако допустимо и непосредственное соединение.

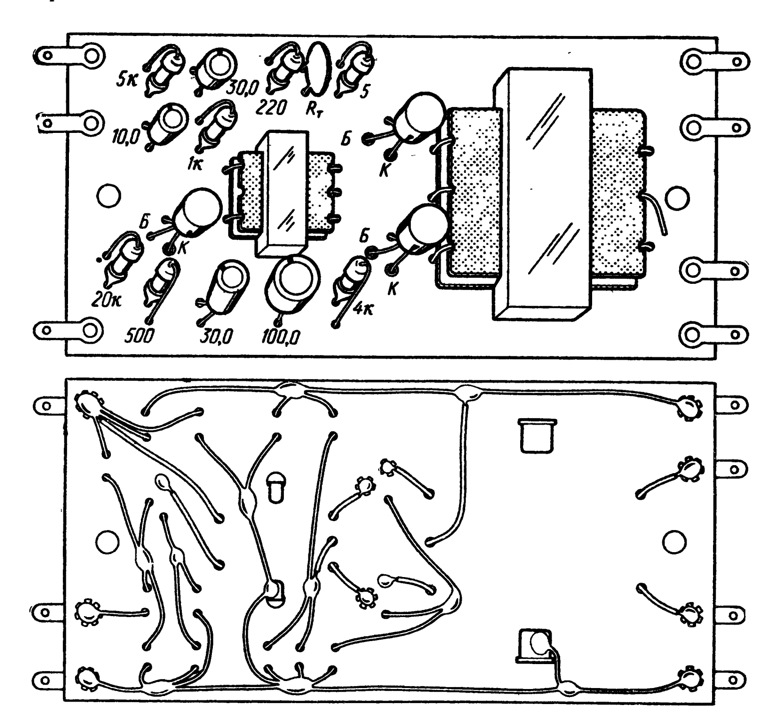


Рис. 10 8. Монтаж усилительного блока.

В приемнике используются два потенциометра: с выключателем — для регулировки положительной обратной связи и без выключателя — для регулировки громкости. Слева на лицевой панели размещаются потенциометр с выключателем. Между потенциометрами в нижней части шасси расположено телефонное гнездо, а в верхней — громкоговоритель.

Вид на монтаж с внутренней стороны шасси приведен на рис. 10-10. Включение в схему ножек панельки, в которую вставляется катушка индуктивности, производится в зависимости от того, какой вывод катушки соединен с данной ножкой. Статор переменного конденсатора соединяется с соответствующей ножкой панельки отдельным проводником У ротора же собственный вывод отсутствует, ввиду чего на винте, крепящем конденсатор, необходимо уста-

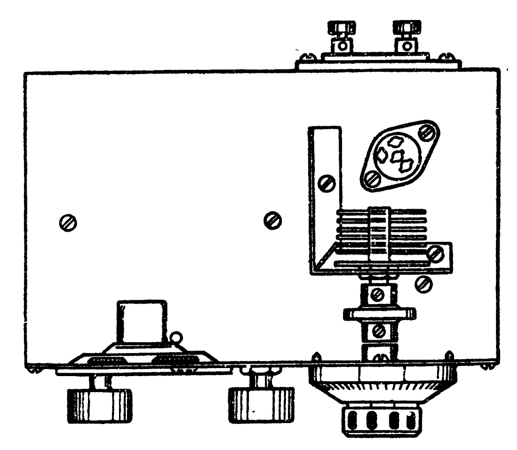


Рис. 10-9. Размещение узлов приемника на шасси.

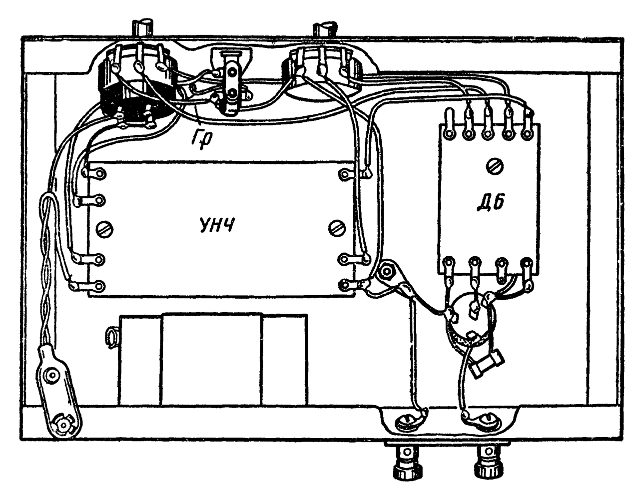


Рис. 10-10. Схема соединений между узлами приемника в «подвале» шасси.

новить отдельный лепесток, с которым соединяется другая ножка панельки. Вместе с выводами переменного конденсатора к ножкам панельки припаиваются выводы конденсатора емкостью 20 *пф*. Батарея крепится к шасси с помощью липкой ленты.

НАЛАДКА ПРИЕМНИКА

Особенностью приемника, создающей некоторые трудности при его наладке, является применение в его детекторном блоке положительной обратной связи.

Характеристика транзистора представлена на рис. 10-11. Наиболее благоприятным режимом детекторного каскада является такой, при котором рабочая точка расположена в самом начале характеристики, что соответствует очень небольшому коллекторному току. Величина тока на начальном участке характеристики зависит от типа транзистора и в общем случае колеблется в пределах 0,05—0,1 *ма*. Поэтому емкость подстроечного конденсатора нужно подобрать такой, чтобы генерация начиналась при токе 0,05—0,1 *ма*

Так как ток коллектора регулируется с помощью потенциометра сопротивлением 5 *ком*, то, установив его движок в положение,

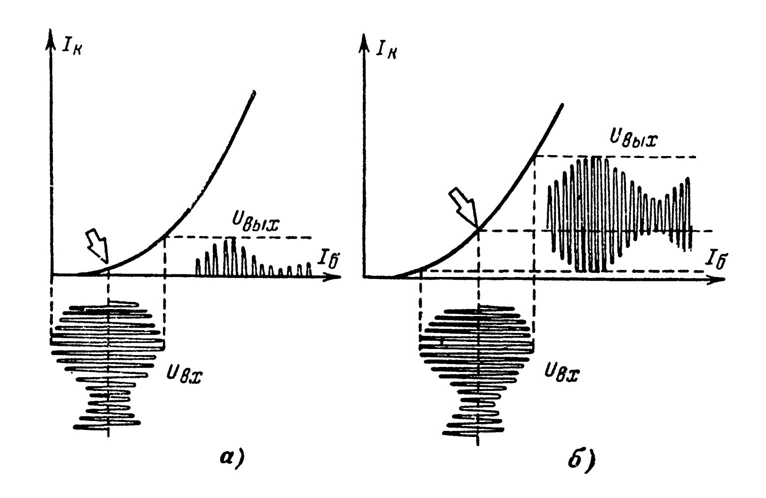


Рис. 10-11. Детектирование с помощью транзистора.

а — смещение мало — детектирование происходит; *б* — смещение велико — детектирование невозможно.

соответствующее приблизительно $^1/_5$ полного угла поворота, указанное значение тока можно получить довольно точно. Абсолютно точное значение коллекторного тока можно установить по показаниям амперметра, подключаемого в цепь первичной обмотки трансформатора $Тр_1$.

Регулировку подстроечного конденсатора, в результате которой при указанных ранее значениях коллекторного тока возникает генерация, очевидно, следовало бы проводить для каждой сменной катушки Однако на более высоких частотах возникновение генерации затруднено, вследствие чего эту регулировку производят именно на высокой частоте.

Помимо емкости подстроечного конденсатора, определенное влияние на условия генерации оказывают положение среднего вывода катушки резонансного контура, индуктивность дросселя, включенного в цепь коллектора, и некоторые другие параметры. Поэтому целесообразно попробовать регулировать величину некоторых из них, например индуктивность дросселя. Если частота резонанса,

создаваемого индуктивностью дросселя и коллекторной емкостью, окажется близкой к 10 *Мгц*, то условия возникновения генерации при включении катушки *С* несколько облегчатся, а при включении катушки *А* станут, наоборот, более жесткими, в результате чего условия возбуждения колебаний во всем диапазоне принимаемых частот станут более-менее одинаковыми.

Наиболее легко настройку можно было бы проводить в том случае, если бы для каждой катушки резонансного контура полагался свой элемент настройки (подстроечный конденсатор или катушка обратной связи). Однако в этом случае понадобилось бы использовать каркасы с пятью выводами.

Глава одиннадцатая

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЕ ПРИЕМНИКИ СМЕШАННОГО ПИТАНИЯ

ПРИНЦИП РАБОТЫ СУПЕРГЕТЕРОДИННОГО ПРИЕМНИКА

Отличительной особенностью супергетеродинного приемника, блок-схема которого показана на рис. 11-1, является то, что детектирование и основное усиление низкочастотного сигнала производится в нем после того, как поступивший на его вход высокочастотный сигнал преобразуется в сигнал другой, более низкой частоты. Такой частотой для средневолновых приемников является 455 *кгц*, а для приемника диапазона УКВ (с частотной модуляцией) 10,7 *Мгц*.

Частоты принимаемых сигналов, как правило, достаточно высоки, и их непосредственное усиление весьма затруднительно. Если же частоту принимаемого сигнала каким-либо путем удается понизить, его дальнейшее усиление уже не представляет особых трудностей. Поэтому большинство используемых на практике приемников и телевизоров строится по супергетеродинной схеме.

Принципиальная схема супергетеродинного приемника, собранного на шести транзисторах, представлена на рис. 11-2. Транзистор T_1 играет роль преобразователя частоты. При подаче на базу этого

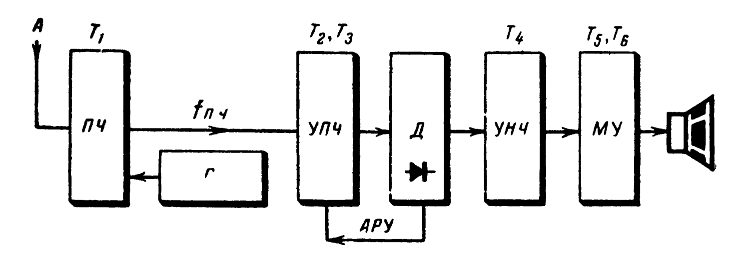


Рис. 11-1. Блок-схема супергетеродинного приемника.

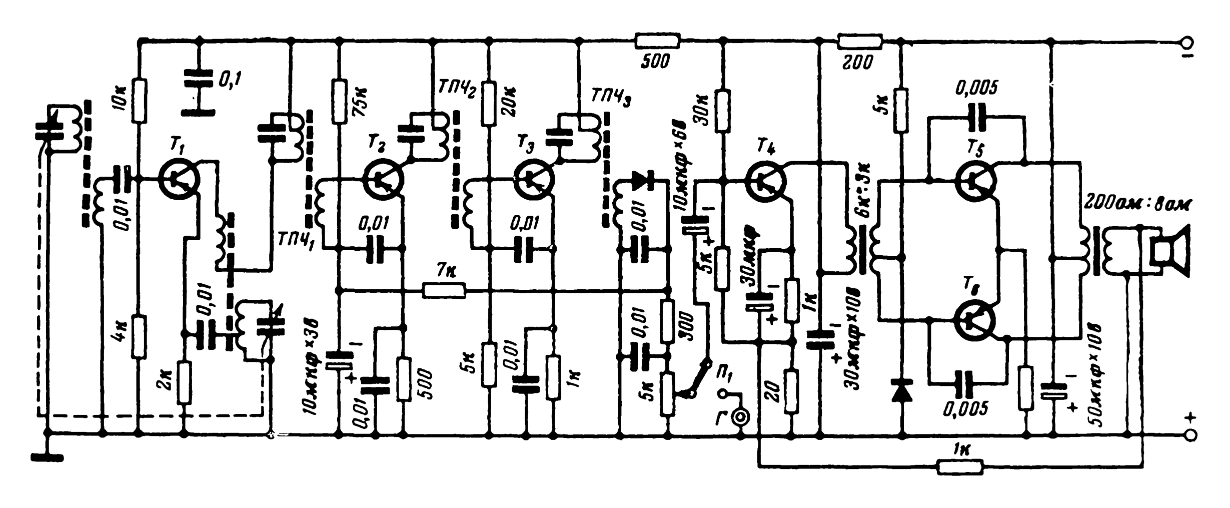


Рис. 11-2. Принципиальная схема супергетеродинного приемника на шести транзисторах.

транзистора высокочастотного сигнала, поступающего из антенны, в цепи между его эмиттером и коллектором происходит возбуждение колебаний (генерация). Это явление называется также гетеродинированием. Во входной и выходной цепях каскада проходят токи различной частоты, и на коллекторе выделяется сигнал с частотой, равной разности частот принимаемого и генерируемого сигналов. В радиоприемниках разностная частота[1] выбрана равной 455 *кгц*. Какой бы сигнал ни поступил на вход приемника — с частотой 1 300 *кгц* или 1 000 *кгц*, она всегда будет оставаться равной 455 *кгц*.

В отличие от высокой частоты принимаемого сигнала эта частота, которую довольно-таки трудно рассматривать в качестве низкой, называется промежуточной. Преобразованный сигнал промежуточной частоты проходит через двухкаскадный усилитель, собранный на транзисторах T_2 и T_3. Этот усилитель называется усилителем промежуточной частоты (*УПЧ*). На входе и выходе каждого транзистора в усилителе включены трансформаторы промежуточной частоты, настроенные на 455 *кгц*. С выхода усилителя промежуточной частоты сигнал поступает на германиевый диод, играющий роль детектора, с помощью которого из сигнала промежуточной частоты выделяется его низкочастотная составляющая. Далее низкочастотный (звуковой) сигнал усиливается в предварительном усилителе низкой частоты, выполненном на транзисторе T_4, и еще раз подвергается усилению в мощном усилителе, собранном на транзисторах T_5 и T_6 по двухтактной схеме. С его выхода низкочастотный сигнал подается на громкоговоритель.

Рассмотренная схема является типичной для супергетеродинных приемников и широко применяется в малогабаритной промышленной радиоаппаратуре.

Приемник, собранный по схеме рис. 11-2, обеспечивает сравнительно высокое качество звучания, что достигается за счет введения отрицательной обратной связи, которая осуществляется включением резистора 1 *ком* между вторичной обмоткой выходного трансформатора и эмиттером транзистора T_4, а также конденсаторов емкостью 0,005 *мкф* между коллектором и базой транзисторов T_5 и T_6. Для усиления каких-либо сигналов от внешних источников (проигрывателя и т. п.) можно использовать лишь низкочастотную часть приемника, для чего на ее входе предусмотрены гнездо *Г* и переключатель $П_1$. Согласно расчету выходная мощность усилителя приблизительно в 2 раза превышает мощность на выходе промышленных радиоприемников такого же класса.

Радиолюбителю, впервые приступающему к сборке супергетеродинных приемников, можно рекомендовать построить вначале супергетеродинный приемник на пяти (с одним каскадом усиления по промежуточной частоте) или четырех транзисторах (с одним каскадом усиления промежуточной частоты и мощным усилителем на одном транзисторе). Однако чувствительность таких приемников невысока и лучшие результаты могут быть получены от приемника на шести транзисторах, схему которого необходимо тщательным образом изучить.

Рассматриваемый в данной главе приемник рассчитан на смешанное питание — от сети переменного тока напряжением 100 *в* или от сухих батарей. Поэтому на схеме блока питания (рис. 11-3) по-

---

[1] По стандарту, действующему в СССР, промежуточная частота равна 465 *кгц*. *Прим. ред.*

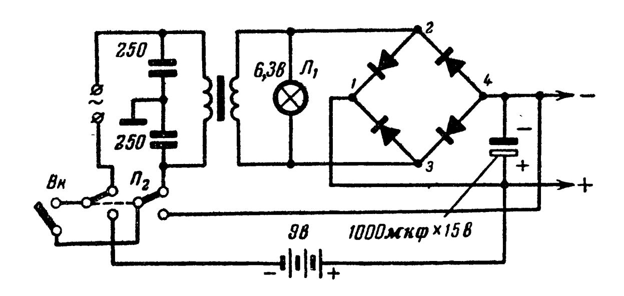


Рис. 11-3. Схема блока питания.

казаны и трансформатор питания и батареи, переключаемые с помощью ключа $П_2$. В качестве выключателя в цепи батарей (*Вк*) можно использовать выключатель потенциометра, предназначенного для регулировки громкости (5 *ком*). Однако в большинстве случаев транзисторный радиоприемник питается только от батарей; при этом между точками схемы рис. 11-2 со знаками «+» и «—» подключается батарея напряжением 9 *в* (через выключатель). Гнездо *Г* и переключатель $П_1$ можно также исключить из схемы.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Данный радиоприемник, как показано на рис. 11-4, был смонтирован в корпусе размерами 150×200×60 *мм*. Наибольшие трудности при сборке приемника средних размеров связаны с поисками подходящего корпуса. Однако трудности такого рода не должны

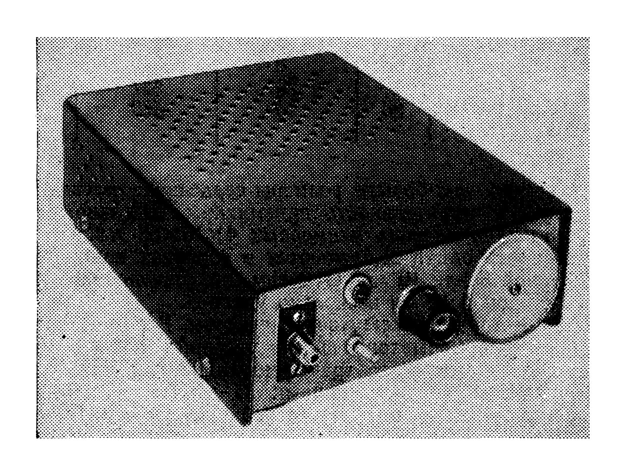


Рис. 11-4. Внешний вид супергетеродинного приемника, смонтированного в корпусе промышленного изготовления.

смущать начинающего радиолюбителя: корпус может быть изготовлен из разнообразных подручных материалов — коробок из-под конфет, небольших ящиков и т. п.

Переменный конденсатор. В данном приемнике необходимо использовать двухсекционный конденсатор с различной емкостью секций, включаемых на входе и выходе первого каскада («несопряженный» конденсатор). Конденсаторы, выпускаемые различными фирмами, несколько отличаются по емкости, однако для нашего приемника пригоден любой переменный конденсатор такого типа.

Магнитная антенна и катушка гетеродина. Выбор магнитной антенны и катушки гетеродина зависит от типа используемого в приемнике переменного конденсатора, ввиду чего между параметрами магнитной антенны и катушки гетеродина, с одной стороны, и параметрами конденсатора, с другой, должно существовать строгое соответствие. Зависимость между емкостью секций переменного конденсатора и индуктивностью магнитной антенны и катушки гетеродина показана в табл. 1. Приобретая перечисленные детали, необходимо следить за тем, чтобы их параметры точно соответствовали указанным в таблице, хотя небольшие отклонения их реальных параметров от требуемых можно считать вполне допустимыми.

Таблица 1

Параметры переменных конденсаторов и катушек

Тип переменного конденсатора	Емкость конденсатора, *пф*		Емкость подстроечного конденсатора, *пф*	Индуктивность магнитной антенны, *мкгн*	Индуктивность катушки гетеродина, *мкгн*
	со стороны антенны	со стороны гетеродина			
PVC-2X	148	65	8	598	356
PVC-2M	200	88	8	437	261
2×C-17	165	68	8	510	332
B-712	200	90	25	427	246
B-713	175	80	25	479	274

Как известно, чем больше размеры сердечника магнитной антенны, тем выше чувствительность приемника. В данном приемнике была использована антенна размерами 4×15×55 *мм*.

Катушки гетеродина выпускаются в корпусах квадратного сечения со стороной 8 или 10 *мм*. Отметим, что монтировать катушки в корпусе со стороной 10 *мм* несколько удобнее.

Трансформаторы промежуточной частоты. Все три используемых в приемнике трансформатора промежуточной частоты однотипны. Промышленность выпускает трансформаторы как с низким, так и высоким входными сопротивлениями. В данном приемнике применяются трансформаторы промежуточной частоты с низким входным сопротивлением. Их корпуса, как и корпус катушки гетеродина, имеют стороны 8 или 10 *мм*.

Транзисторы. В качестве T_1 используется транзистор, предназначенный для преобразования высокочастотных сигналов, соответст-

вующих средним волнам, в качестве T_2 и T_3 — транзисторы для усиления сигналов промежуточной частоты, в качестве T_4 — транзистор для предварительного усиления низкочастотного сигнала, а в качестве T_5 и T_6 — транзисторы для его мощного усиления.

Трансформаторы. Тип выбранных трансформаторов определяется напряжением источников питания и типом применяемых транзисторов. Сопротивления первичной и вторичной обмоток составляют 6 и 3 *ком* у первого трансформатора и 3 *ком* и 8 *ом* у второго. При использовании в качестве источника питания сухих батарей сопротивления обмоток Tp_2 должны составлять 300—500 *ом* и 8 *ом*.

Трансформатор питания. При приемнике используется трансформатор с напряжением на вторичной обмотке 6,3 *в*, применяемый в ламповых приемниках для питания цепей накала. Трансформатор должен давать ток около 0,5 *а*, однако если такой трансформатор отсутствует, вместо него можно использовать трансформатор, обеспечивающий ток 1 *а*.

Кремниевые диоды. Для получения выпрямленного тока напряжением 6,3 *в* используется готовый выпрямитель, выполненный на четырех кремниевых диодах, или же собирается мостиковая схема из четырех отдельных диодов. Отметим, что выпрямитель можно было бы построить и на одном диоде, однако фон переменного тока был бы в этом случае слишком высоким.

Конденсаторы. Хотя в высокочастотном блоке целесообразно использовать керамические конденсаторы, а в низкочастотном — майларовые (пленочные), в построенном автором варианте приемника были применены исключительно майларовые конденсаторы. Вообще говоря, в приемнике удобнее применять конденсаторы одного типа (за исключением конденсаторов большей емкости — в этом случае используются электролитические конденсаторы).

МОНТАЖ ПРИЕМНИКА

Изготовление монтажных плат. Малогабаритные приемники обычно собирают на одной монтажной плате. Однако в данном случае схема приемника разделена на две части: высокочастотный блок (до детектора) и усилительный блок.

Таблица 2

Необходимые детали

Переменный конденсатор двухсекционный с различной емкостью секций	1
Магнитная антенна	1
Катушка гетеродина	1
Трансформаторы промежуточной частоты	3
Транзистор 2SA-102	1
» 2SA-101	2
» 2SB-346	1
» 2SB-371	2
Диод SD-46	1
Варистор MA-23B	1
Трансформаторы	2
Резисторы 0,125 *вт* 5; 20; 200; 300 *ом*; 2; 4, 7; 10; 20; 30; 75 *ком*	по 1

Резистор 500 *ом*	2
» » 1,5 *ком*	по 3
Конденсаторы:	
слюдяные 250 *пф*	2
майларовые 0,005 *мкф*	2
» 0,01 *мкф*	8
» 0,1 *мкф*	1
электролитический 10 *мкф*×3 *в*	1
» 30 *мкф*×3 *в*	1
» 10 *мкф*×6 *в*	1
» 30 *мкф*×10 *в*	1
» 50 *мкф*×10 *в* (схема работоспособна и без этого конденсатора)	1
» 1 000 *мкф*×15 *в*	1
Кремниевый выпрямитель	1
Потенциометр с выключателем 5 *ком* (типа А) .	1
Громкоговоритель 9 *см*; 8 *ом*	1
Трансформатор питания 6,3 *в*×0,5 *а*	1
Корпус 150×200×60 *мм*	1
Переключатель щелчкового типа (крупногабаритный шестиполюсный)	1
То же малогабаритный трехполюсный (шестиполюсный)	1
Диск настройки	1
Ручка потенциометра	1
Гнездо	1
Индикаторная лампочка	1
Держатель транзистора	2
Шнур питания с вилкой	1
Сухие элементы	6
Держатель для сухих элементов	1
Колодка питания	1

Сборку приемника удобно вести, располагая его отдельные детали на платах в соответствии с электрической схемой. Отметим, что плата высокочастотного блока несколько длиннее и уже, чем плата усилительного.

Плата высокочастотного блока соединяется с остальными элементами схемы с помощью шести выводов, конструктивно оформленных в виде пустотелых заклепок с лепестком диаметром 2 *мм*. В точках соединения деталей схемы между собой используются обычные заклепки диаметром также 2 *мм*. Поскольку в приемнике применена магнитная антенна с держателем, закрепляемым пайкой, на одном из краев платы просверливаются два отверстия диаметром 2 *мм*, положение которых определяется рабочим положением антенны. Для антенны же с закреплением винтами отверстия понадобилось бы расположить на боковой стенке. Для установки катушки гетеродина и трансформаторов промежуточной частоты необходимо просвер-

лить отверстия диаметром 1,5 *мм*, а для того чтобы пропустить их выводы на обратную сторону платы, отверстия диаметром 1 *мм*. На схеме трансформаторы промежуточной частоты обозначены $ТПЧ_1$—$ТПЧ_3$.

Отверстия для монтажа резистора сопротивлением 7 *ком*, включенного в цепи автоматической регулировки усиления (*АРУ*), во избежание пересечений между проводниками разнесены довольно далеко друг от друга. При монтаже необходимо также обратить внимание на правильность подключения электролитического конденсатора 10 *мкф*.

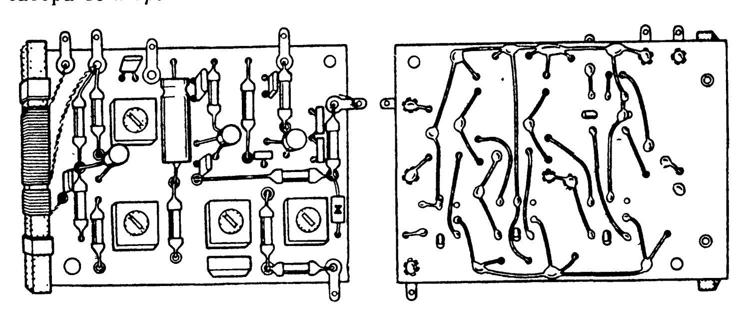


Рис. 11-5. Высокочастотный блок супергетеродинного приемника на шести транзисторах

При сборке усилительного блока также следует стремиться к тому, чтобы монтаж, по возможности, повторял его принципиальную схему. Поскольку резисторы, на плате усилительного блока можно устанавливать вертикально, его плата может быть сделана на 10 *мм* уже платы высокочастотного блока. Однако не будет большой ошибки, если плата усилительного блока также будет иметь ширину 50 *мм*.

Отверстия в корпусе. В связи с тем, что на лицевой панели корпуса крепятся переменный конденсатор, потенциометр, выключатель и некоторые другие детали, в ней следует просверлить ряд отверстий. Кроме того, несколько отверстий следует просверлить и в передней части дна корпуса, где крепятся обе монтажные платы. Расстояние между отверстиями в дне корпуса определяется расстоянием между монтажными отверстиями в платах. Диаметр этих отверстий, через которые проходят крепежные винты, равен 2,6 *мм*.

В задней части дна корпуса и на его задней стенке сверлятся отверстия для установки трансформатора питания, кремниевого выпрямителя, переключателя рода питания и некоторых других деталей. Специального отверстия для громкоговорителя в корпусе не вырезается, он крепится под вентиляционными отверстиями в верхней панели корпуса, через которые проходит нагретый воздух. При таком способе закрепления громкоговоритель обращен рупором вверх, что несколько неудобно с практической точки зрения. Для улучшения качества звучания корпус приемника можно ставить вертикально.

Монтаж блоков приемника. Монтажная схема высокочастотного блока приемника приведена на рис. 11-5. Сборка блока начинается

с установки на плате обычных заклепок и заклепок с лепестком, с помощью которых в дальнейшем соединяются остальные размещенные на ней детали. Поскольку используемая в приемнике магнитная антенна крепится посредством пайки, выводы ее держателя необходимо пропустить через заклепки на обратную сторону платы и спаять. Конец катушки резонансного контура и начало катушки, включаемой в цепь базы, соединяют вместе и припаивают к общему проводу.

Монтаж усилительного блока ведется так же. Его схема аналогична схеме усилителя на трех транзисторах, рассмотренной в гл. 12, где и можно почерпнуть более подробные сведения о его сборке.

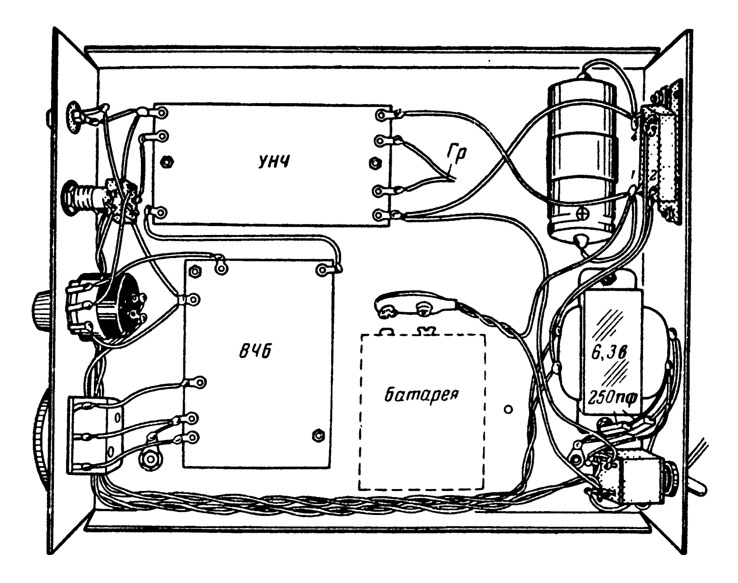


Рис. 11-6. Схема соединений между узлами приемника.

Сборка приемника. После того как монтаж высокочастотного и усилительного блоков будет завершен, оба блока следует временно установить в корпусе. Кроме того, в корпусе, как показано на рис. 11-6, монтируются трансформатор питания, кремниевый выпрямитель и т. д.

Выводы высокочастотного блока соединяются проводниками с соответствующими выводами переменного конденсатора, потенциометра и других необходимых деталей, а выводы усилительного блока — через выключатель — с гнездом на передней панели. Если в дальнейшем усилительный блок может длительное время использоваться в отдельности, в приемнике целесообразно предусмотреть специальный выключатель в цепи подачи питания на высокочастотный блок.

Электролитический конденсатор блока питания надежно крепится с помощью алюминиевой полосы шириной около 15 *мм*. Для переключения питания («постоянный ток» — «переменный ток») используется шестиполюсный тумблер, средняя пара контактов которого соединяется с контактами выключателя *Вк*, совмещенного с регулятором громкости, верхняя пара — с колодкой питания и отрицательным проводом монтажных плат, а нижняя — со шнуром от сети напряжением 100 *в*. Между высоковольтными зажимами силового трансформатора и землей включены емкости 250 *пф*, препятствующие появлению так называемого модуляционного фона.

Если провода, идущие от зажимов трансформатора с напряжением 6,3 *в* к индикаторной лампочке, или провода, идущие от выключателя, будут расположены слишком близко к монтажным платам, это может привести к появлению в сигнале фона переменного тока.

Поэтому эти провода, как показано на рис.11-6, следует прокладывать на возможно большем удалении от обеих плат. Если индикаторная лампа горит слишком ярко, последовательно с ней необходимо включить проволочный резистор сопротивлением 20—30 *ом*. Для установки батарей можно использовать специальный держатель, посредством которого батареи удерживаются в корпусе. Для более надежного закрепления батарей можно применить клейкую ленту. При использовании держателя обычного типа батареи крепятся непосредственно к основанию корпуса и электрически соединяются последовательно. В этом случае необходимость в колодке питания отпадает.

Громкоговоритель монтируется между батареями и конденсатором 1 000 *мкф*, поэтому место для батарей выбирается в зависимости от предполагаемого положения громкоговорителя.

НАЛАДКА ПРИЕМНИКА

При наладке приемника из схемы временно исключается резистор 1 *ком* в цепи отрицательной обратной связи, соединяющий вторичную обмотку выходного трансформатора с эмиттерной цепью предоконечного усилителя.

На первом этапе наладки следует проверить величину коллекторного тока каждого транзистора. Собственно говоря, еще перед началом сборки для транзисторных каскадов необходимо подобрать такие резисторы, при которых ток, текущий в коллекторной цепи каскада, не выходит за пределы нормы. Сборка схемы ведется только с использованием заранее отобранных резисторов, что служит гарантией ее правильной работы. Однако по окончании монтажа все же следует убедиться в этом еще раз. Нормальным коллекторным током для транзисторов T_1 и T_2 считается ток 0,5—0,7 *ма*, для транзистора T_3 — 0,8—1,0 *ма*, для транзистора T_4 — 1,0—1,2 *ма*, для транзисторов T_5—T_6 (вместе) около 3 *ма*. Для определения величины тока можно измерить напряжение между эмиттером и землей и поделить его на величину сопротивления в цепи эмиттера. В случае же транзисторов T_5 и T_6, сопротивление резистора в эмиттерной цепи которых весьма мало (5 *ом*), соответствующий резистор можно просто выпаять из схемы и подключить вместо него миллиамперметр *.

* Если его внутреннее сопротивление менее 5 *ом. Прим. ред.*

Для правильной настройки супергетеродинного приемника хорошо использовать генератор стандартных сигналов. Однако при его отсутствии настройку можно вести и по сигналам радиостанций. При этом трансформаторы промежуточной частоты регулируются так, чтобы громкость принимаемого сигнала была наибольшей. Как известно, трансформаторы промежуточной частоты предварительно настраиваются изготовителем, в результате чего при настройке их в приемнике обычно достаточно повернуть регулировочный винт на один-два оборота или же оставить его в исходном положении. Трансформаторы настраиваются последовательно от $ТПЧ_1$ к $ТПЧ_3$.

Теперь диск настройки требуется установить в положение, соответствующее сигналу с наинизшей частотой, который может быть принят только в данном районе (для района Токио это сигнал станции NHK-1 с частотой 590 *кгц*), и начать регулировать индуктив-

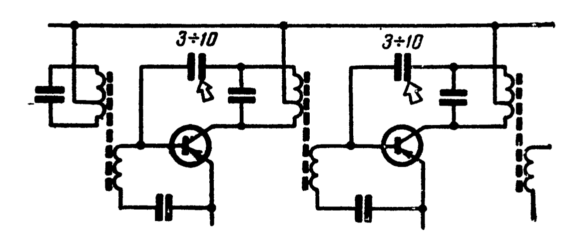


Рис. 11-7. Включение нейтрализующих конденсаторов.

ность катушки гетеродина, пытаясь поймать этот сигнал. После того, как сигнал удается принять, необходимо, перемещая обмотку магнитной антенны вдоль ее сердечника, найти точку максимально громкого приема. Перемещать обмотку следует с помощью какого-либо стержня из диэлектрического материала.

Теперь диск настройки устанавливают в положение, соответствующее сигналу с наиболее высокой частотой, который может быть принят только в данном районе (лучше всего, если это частота 1 300 *кгц*), и начинают вращать регулировочный винт полупеременного конденсатора, пытаясь поймать этот сигнал. При этом в первую очередь производится настройка той секции переменного конденсатора, которая включена со стороны гетеродина. Затем диск настройки снова устанавливается на наинизшую частоту, подстраивается катушка гетеродина и корректируется положение обмотки магнитной антенны, после чего на высокой частоте производится повторная подстройка переменного конденсатора. Весь цикл повторяется 2—3 раза.

В некоторых случаях в процессе настройки трансформаторов промежуточной частоты возможно самовозбуждение схемы (генерация). Тогда к трансформатору, как показано на рис. 11-7, необходимо подключить конденсатор малой емкости. Если генерация после этого не прекращается, сопротивление резистора в цепи эмиттера транзистора $Т_3$ следует повысить, например, до 1,5 *ком*, после чего генерация должна прекратиться.

По окончании настройки высокочастотного блока производится настройка усилительного. Этот блок аналогичен собранному на трех

транзисторах усилителю, особенности настройки которого подробно рассмотрены в гл. 12. Отметим лишь, что если в приемнике используется громкоговоритель с хорошим воспроизведением верхних частот, конденсаторы емкостью 0,005 *мкф*, включенные между коллектором и базой транзисторов T_5 и T_6, можно заменить на конденсаторы емкостью 0,001 или 0,002 *мкф*. После того. как настройка блоков закончена, обе платы окончательно закрепляются в корпусе (рис. 11-8).

Если выключатель в блоке питания использовать для переключения сразу двух цепей, то при работе приемника от сети переменного тока к батарее окажется приложено выходное напряжение выпрямителя. Хотя батарея, безусловно, заряжаться не будет, срок ее службы несколько увеличится. При этом необходимо, чтобы напряжение на вторичной обмотке силового трансформатора превышало напряжение батареи. При прослушивании в сигнале фона переменного тока конденсаторы емкостью 250 *пф*, включенные между концами входной обмотки трансформатора (100 *в*) и корпусом, заменяются конденсаторами емкостью 100 *пф*. Если же эта мера не вызывает желаемого эффекта, с корпусом соединяется земляной провод.

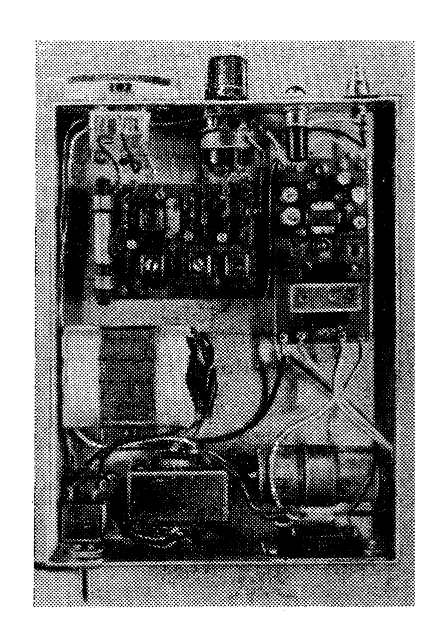


Рис. 11-8. Вид на монтаж собранного приемника.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМНИК НА СЕМИ ТРАНЗИСТОРАХ С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 1,5 вт

Схема приемника. Выходная мощность супергетеродинного приемника на шести транзисторах, схема которого была приведена на рис. 11-2, составляет 0,3 *вт*, что позволяет принимать большинство станций с удовлетворительной громкостью. Для сравнения укажем, что выходная мощность промышленных радиоприемников равна 0,15—0,2 *вт*. Однако при пользовании приемником в больших помещениях его мощности уже нехватает. Поэтому, освоив описанный ранее приемник на шести транзисторах, любитель может, используя накопленные при его монтаже и наладке знания, перейти к постройке более мощного супергетеродинного приемника на семи транзисторах.

Схема этого приемника представлена на рис. 11-9. Если бы речь шла только об увеличении мощности звука, отдаваемого громкого-

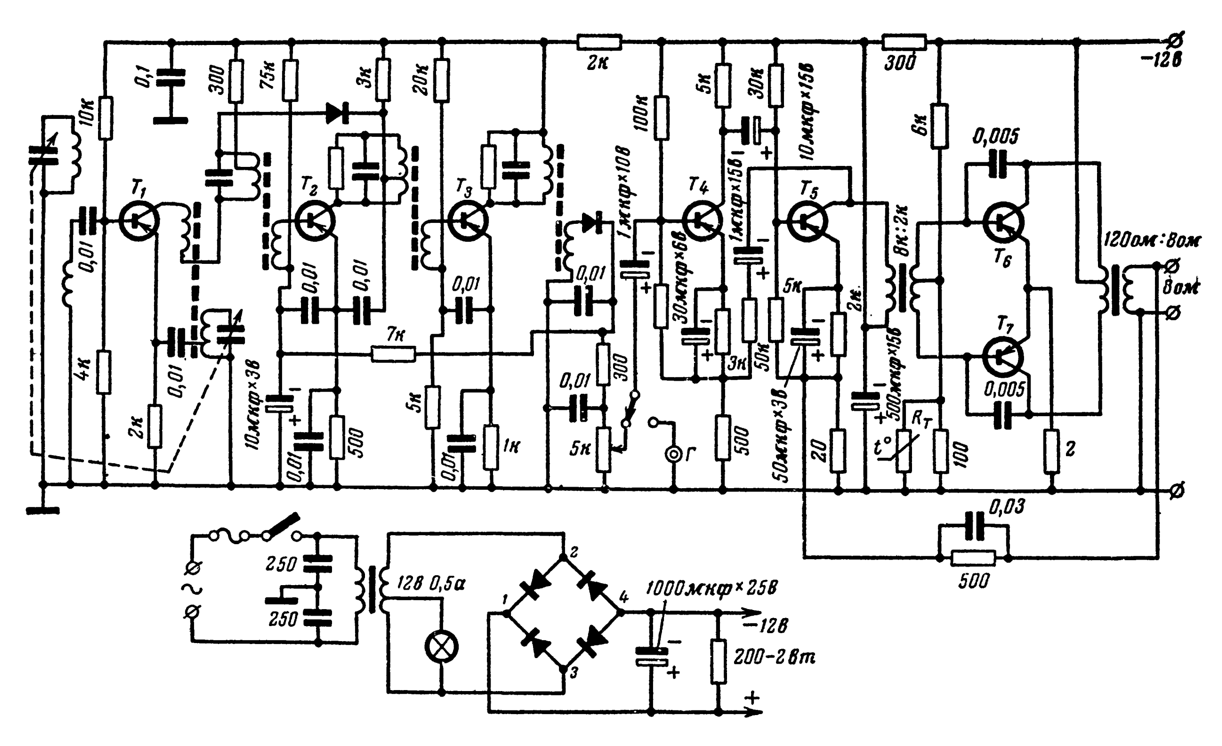


Рис. 11-9. Принципиальная схема супергетеродинного приемника на семи транзисторах.

ворителем, то добиться этого можно было бы очень просто, применив более мощные транзисторы и громкоговоритель больших размеров. Однако сами по себе эти меры смысла не имеют — задачей рассматриваемой здесь схемы является обеспечение высококачественного воспроизведения звука. Введение дополнительных шунтирующих резисторов в трансформаторы промежуточной частоты высокочастотного блока позволяет повысить содержание высокочастотных составляющих в выходном сигнале, а применение в этом же блоке схемы автоматической регулировки усиления обеспечивает неискаженное воспроизведение сигнала даже в том случае, когда амплитуда сигнала на входе достаточно велика. Схема усилительного блока данного приемника полностью отличается от уси-

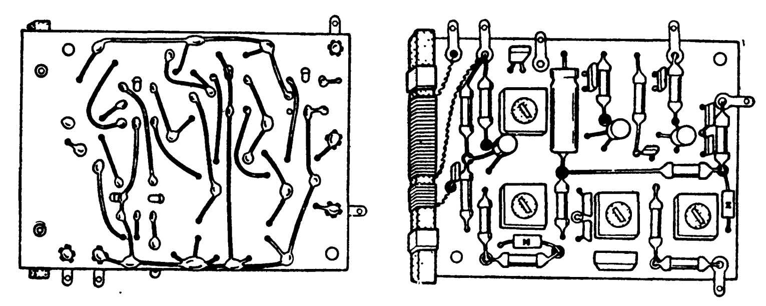


Рис. 11-10. Монтаж высокочастотного блока.

лительного блока приемника, рассмотренного ранее. В его состав входят три усилительных каскада и применена глубокая отрицательная обратная связь, что обеспечивает высокое качество воспроизведения звука. Выходная мощность блока усиления составляет 1,5 *вт*, что обеспечивает достаточную громкость приема даже в больших помещениях. Поскольку батарейное питание такого блока, очевидно, оказывается неэкономичным, питать его лучше от выпрямителя.

Монтаж приемника. Приемник собирается в том же корпусе, что и рассмотренный ранее приемник на шести транзисторах. Однако в качестве громкоговорителя в нем используется отдельный громкоговоритель для высококачественного воспроизведения звука, устанавливаемый в специальном ящике. Выходные гнезда приемника (для громкоговорителя) монтируются на задней стенке корпуса ниже выпрямителя. В высокочастотном блоке по сравнению со схемой, представленной на рис. 11-2, добавлено два резистора в цепи *АРУ*, один диод и один конденсатор. Резисторы, подключаемые параллельно трансформаторам промежуточной частоты, припаиваются с обратной стороны платы, поэтому специальных отверстий для них не требуется. Однако при наличии таких отверстий их выводы могут выходить на лицевую сторону. Поскольку габариты выходного трансформатора усилительного блока слишком велики, он не монтируется на плате, а устанавливается отдельно. Для улучшения условий теплоотвода транзисторы T_6 и T_7 закрепляются непосредственно на корпусе (с помощью металлических полос).

Монтажная схема высокочастотного блока представлена на рис. 11-10. Она отличается от схемы, показанной на рис. 11-5, лишь

наличием цепи *АРУ*, так что для радиолюбителя, освоившего ранее рассмотренный приемник, ее монтаж, очевидно, не потребует больших усилий. Сопротивления резисторов, подключаемых параллельно трансформаторам промежуточной частоты, подбираются при настройке, поэтому на рис. 11-10 они не указаны. В приемнике на шести транзисторах между обоими блоками был включен резистор сопротивлением 500 *ом*, здесь же это сопротивление равно 2 *ком*.

Схема усилительного блока аналогична схеме стереофонического усилителя, рассматриваемого в следующей главе, где довольно подробно описаны особенности его монтажа. Однако не следует забывать, что номиналы некоторых элементов (резисторов, конденсаторов и т. п.) этих двух усилителей отличаются друг от друга.

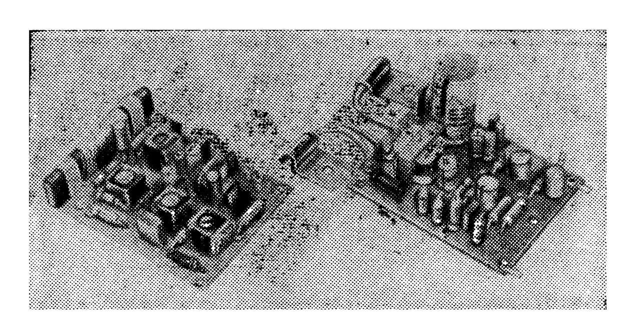


Рис. 11-11. Вид готовых высокочастотного (слева) и усилительного (справа) блоков.

Внешний вид смонтированных высокочастотного и усилительного блоков показан на рис. 11-11.

После завершения монтажа обоих блоков их совместно с блоком питания устанавливают в корпусе, в котором для этого заранее проделываются необходимые отверстия. Транзисторы T_6 и T_7 вставляются в держатели и закрепляются на корпусе. Транзисторы, не закрепленные подобным образом, могут выйти из строя. Выходной и силовой трансформаторы устанавливаются под прямым углом друг к другу. Выводы вторичной обмотки выходного трансформатора через переходную колодку соединяются с выходными гнездами, предназначенными для подключения громкоговорителя.

Монтажная схема приемника показана на рис. 11-12.

Настройка приемника. Настройку приемника ведут, отключив цепь отрицательной обратной связи, берущую начало от вторичной обмотки выходного трансформатора.

Значения коллекторных токов транзисторов высокочастотного блока уже были указаны ранее, а для остальных транзисторов они не должны выходить из следующих пределов: транзистор T_4—0,6—0,8 *ма*; T_5—1,5—2,0 *ма*, T_5 и T_6 около 5 *ма* (вместе).

Настройка высокочастотного блока производится так же, как и ранее, при условии, что резисторы, параллельные трансформаторам промежуточной частоты, отключены. По окончании настройки в усилительном блоке восстанавливается цепь отрицательной обратной

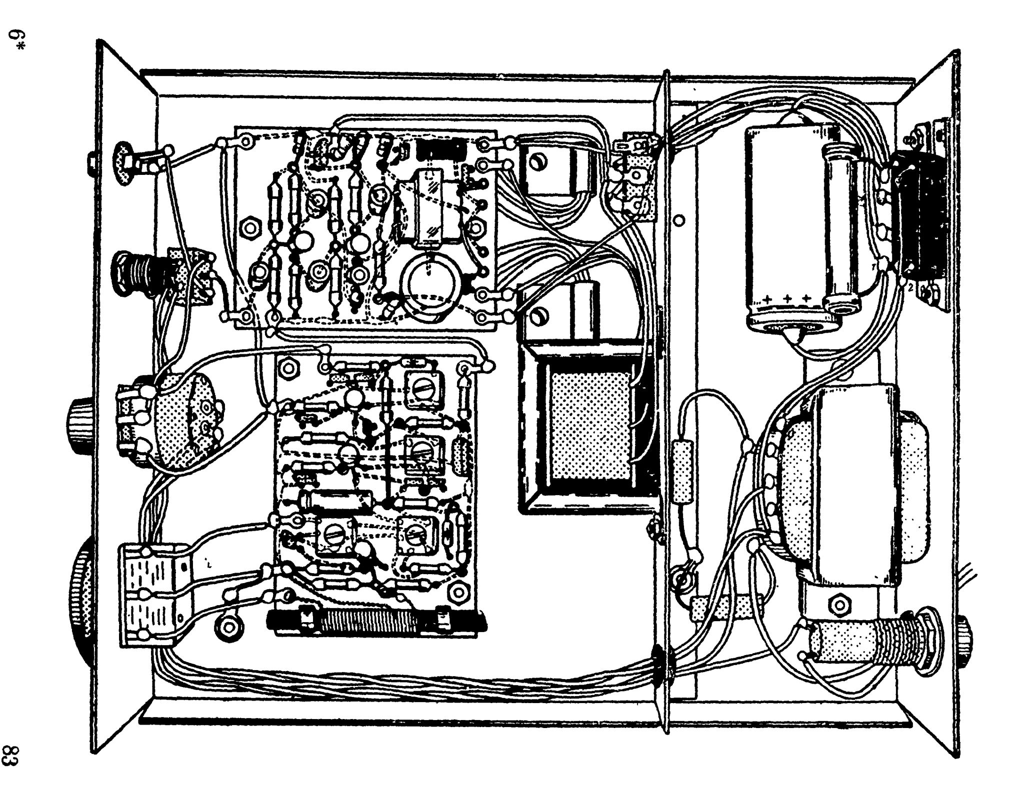


Рис. 11-12. Монтажная схема супергетеродинного приемника на семи транзисторах.

связи и к трансформаторам промежуточной частоты подключаются шунтирующие резисторы, сопротивления которых подбираются в зависимости от качества звучания. После их подключения настройка приемника может несколько ухудшиться, так что иногда ее бывает необходимо выполнить повторно. Чем меньше сопротивление подключаемого к трансформатору резистора, тем больше содержание высоких частот в выходном сигнале, но и тем хуже чувствительность и избирательность приемника. В данном случае были выбраны резисторы сопротивлением 20 *ком*.

Глава двенадцатая

ДВА ВАРИАНТА УНИВЕРСАЛЬНОГО МАЛОМОЩНОГО УСИЛИТЕЛЯ НА ТРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ

БЛОК-СХЕМА УСИЛИТЕЛЯ НА ТРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ

Блок-схема усилителя состоит из одиночного каскада класса А, собранного на одном транзисторе, и выполненного на двух транзисторах двухтактного каскада класса В. Поскольку двухтактная схема обеспечивает хорошие к. п. д., коэффициент нелинейных искажения и т. п., то транзисторные усилители, как правило, собираются по двухтактной схеме и относятся соответственно к классу В.

На рис. 12-1 приведена принципиальная схема простейшего усилителя на трех транзисторах. Если на вход схемы, т. е. на изображенное слева гнездо, подать подлежащее усилению напряжение, то это напряжение в первую очередь будет усилено транзистором T_1. Сигнал с выхода T_1, пройдя трансформатор Tp_2 (с сопротивлением

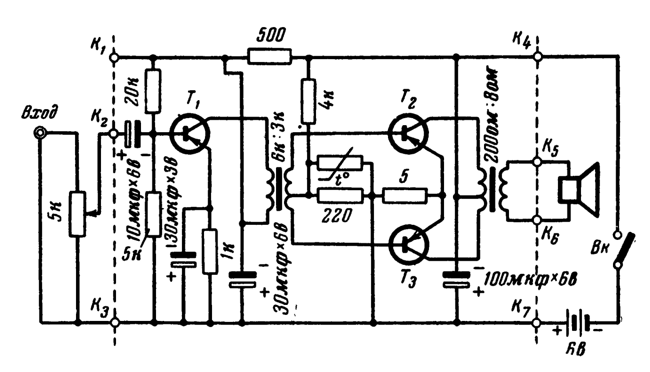


Рис. 12-1. Принципиальная схема усилителя.

обмоток 6 и 3 *ком*), будет еще раз усилен мощным усилителем, собранным по двухтактной схеме на транзисторах T_2 и T_3, после чего поступит на трансформатор $Тр_2$ и окажется приложенным к его вторичной обмотке.

Максимальная мощность, которую можно снять с трансформатора $Тр_2$, называется выходной мощностью усилителя. Чем выше эта мощность, тем больше громкость звука, создаваемого громкоговорителем. Выходная мощность усилителя, схема которого показана на рис. 12-1, составляет около 250 *мвт*. Очевидно, для того, чтобы усилитель мог развить такую мощность, к базам транзисторов T_2 и T_3, необходимо приложить достаточно большое напряжение звукового сигнала. Эту задачу выполняет первый каскад (транзистор T_1), который и называется поэтому предварительным усилителем (возбудителем).

При сборке рассматриваемого усилителя на плате монтируется только та его часть, которая на схеме рис. 12-1 ограничена пунктирными линиями. Прочие детали устанавливаются непосредственно на корпусе. Поскольку размещение громкоговорителя и регулятора громкости на корпусе диктуется размерами последнего и соображениями удобства пользования усилителем, в дальнейшем будут рассмотрены лишь особенности изготовления основных узлов усилителя.

Данный усилитель практически аналогичен усилительному блоку коротковолнового радиоприемника на четырех транзисторах, описанного в гл. 10.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Транзисторы. В первом каскаде (T_1) используется транзистор для усиления низких частот, а во втором (T_2 и T_3) транзисторы, предназначенные для мощного усиления. В экспериментальном варианте приемника, собранном автором, были применены соответственно транзисторы типов 2SB-54 и 2SB-56, хотя в нем можно было бы использовать и транзисторы других типов.

Трансформаторы. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора $Тр_1$ составляют 6 и 3 *ком*, а трансформатора $Тр_2$ — 200 и 8 *ом*.

В общем случае выбор трансформаторов определяется напряжением источника питания, типом транзисторов и т. п.

Терморезистор применяется для поддержания постоянства коллекторного тока T_2 и T_3 при изменении окружающей температуры. Оптимальным с точки зрения совместной работы с транзисторами типа 2SB-56 является терморезистор типа D-22A, который и был использован в схеме.

Таблица 1

Необходимые детали

Транзисторы 2SB-54	1
» 2SB-56	2
Трансформатор ST-205	1
» ST-41	1
Варистор D-22A	1
Резисторы 0,125 *вт*, 5, 220, 500 *ом*; 1, 4, 5, 20 *ком*	по 1

Конденсатор 30 *мкф*×3 *в*	1
» 10 *мкф*×6 *в*	1
» 30 *мкф*×6 *в*	1
» 100 *мкф*×10 *в*	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Текстолитовая пластина заклепки с лепестком и т. п.	

Резисторы. В усилителе применяются угольно-пленочные резисторы мощностью 0,25 или 0,125 *вт*. При отсутствии резистора 220 *ом* вместо него можно использовать резистор сопротивлением 200 *ом*.

Кроме перечисленных в табл. 1, необходимо приобрести резисторы еще нескольких номиналов — они пригодятся при последующей наладке схемы.

Батарея. Усилитель работает от батареи напряжением 6 *в*.

СБОРКА УСИЛИТЕЛЯ

Размеры монтажной платы, очевидно, зависят от размеров корпуса, в котором устанавливается эта плата. На обоих концах платы крепятся заклепки с лепестком, играющие роль ее контактных выводов (K_1—K_7 рис. 12-1). Вывод K_1 предназначен для подключения предварительного усилителя, который может быть включен перед основным. Поэтому, если предварительный усилитель не используется, необходимость в применении вывода K_1, очевидно, отпадает. Поскольку выводы K_3 и K_7 предназначены исключительно для закрепления общего провода, от одного из них (K_3 или K_7) можно также отказаться.

В плате высверлены отверстия, через которые пропускаются (или в которых устанавливаются) выводы всех деталей схемы. Там, где проводники, подключаемые к одной и той же точке, проходят рядом, их можно объединить и завести в отверстия заклепок, которые специально устанавливаются для этой цели. Для того чтобы транзисторы были закреплены достаточно жестко, вывод коллектора транзистора 2SB-54, а также выводы коллекторов и баз транзисторов 2SB-56 целесообразно также закрепить в заклепках. Для установки трансформатора $Тр_1$ в плате вырезаются круглые отверстия диаметром 2 *мм*, а для установки трансформатора $Тр_2$ — прямоугольные. На месте прямоугольных сперва высверливаются по три круглых отверстия диаметром 1—1,5 *мм*, которые затем обрабатываются с помощью напильника.

Монтажная схема усилителя показана на рис 12-2. Все резисторы устанавливаются в вертикальном положении, поэтому один из их выводов должен быть предварительно изогнут. Поскольку оголенный вывод резистора может касаться нижней части его корпуса, на эти выводы во избежание короткого замыкания целесообразно надевать тонкие трубочки из изолирующего материала. В связи с тем, что при монтаже конденсаторов нужно обязательно учитывать их полярность, то перед тем, как установить в схему очередной конденсатор, его во избежание неправильного включения следует тщательно осмотреть.

Там, где возможно соприкосновение отдельных проводников, на них также необходимо надеть изолирующие трубочки. Поскольку средний вывод вторичной обмотки трансформатора $Тр_2$ не используется, его следует коротко подрезать и принять меры к тому, чтобы он не стал в дальнейшем причиной короткого замыкания. Внешний вид усилителя показан на рис 12-3.

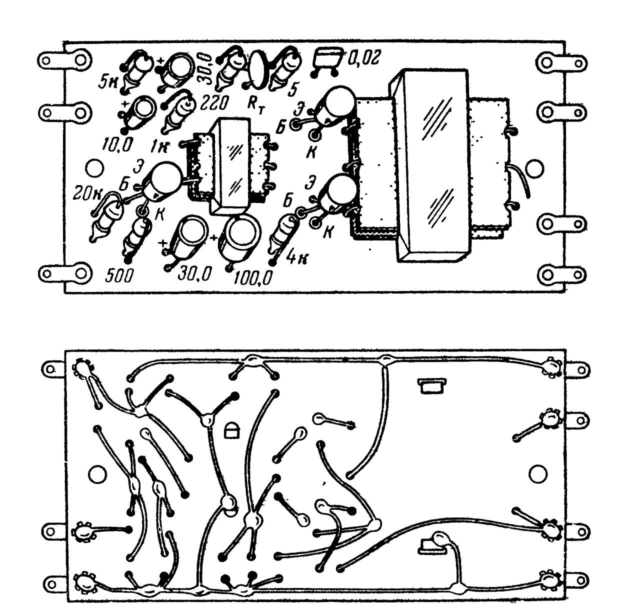


Рис. 12-2. Размещение элементов схемы на плате.

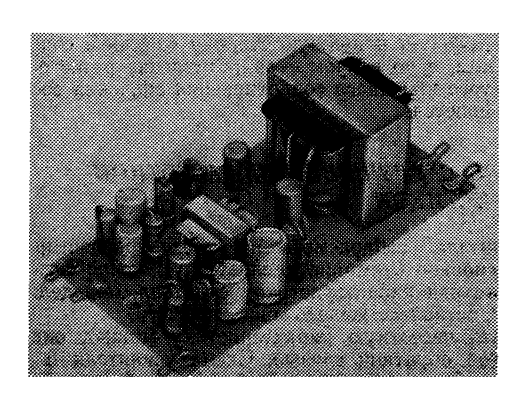


Рис. 12-3 Внешний вид усилителя в сборе.

НАЛАДКА УСИЛИТЕЛЯ

Схема электрических соединений монтажной платы с деталями, устанавливаемыми на корпусе, показана на рис. 12-4. К выводу K_2, который является входом усилителя, подключается средняя точка регулятора громкости. Крайние точки регулятора громкости соединяются с входным гнездом и выводом K_3. Положительный провод батареи (или колодки питания) подключается к земле, а отрицательный — через выключатель регулятора громкости — к выводу K_4. Отметим, что выводы K_1 и K_4, изображенные в верхней части схемы, в реальной плате находятся внизу. Внешний контакт входного гнезда соединяется с выводом K_3. Однако если усилитель собирается на металлическом шасси, этот вывод следует соединять с ним, т. е. с землей.

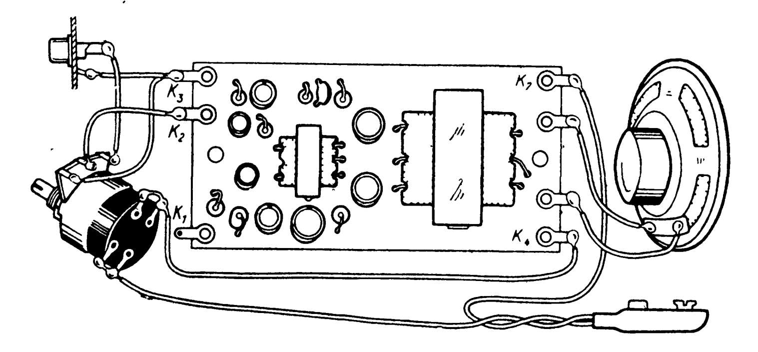


Рис. 12-4. Соединение монтажной платы с остальными узлами схемы.

Номинальные значения токов составляют 1 *ма* для транзистора 2SB-54 и 3—4 *ма* для обоих транзисторов 2SB-56. Перед включением транзисторов в схему необходимо убедиться в том, что реальные значения токов близки к номинальным. Если расхождение между реальным и номинальным током достаточно велико, то в первом каскаде следует в нужную сторону изменить сопротивление резистора 20 *ком*, а во втором — сопротивление резистора 4 *ком*. При увеличении того или иного сопротивления значения соответствующих токов уменьшаются.

УСИЛИТЕЛЬ С УЛУЧШЕННОЙ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

В усилителе, собираемом на трех транзисторах по схеме рис. 12-1, основное внимание уделяется усилению сигнала, в то время как частотная характеристика усилителя, определяющая качество звучания, оставляет желать много лучшего.

Улучшить частотную характеристику можно, охватывая схему отрицательной обратной связью. Схема усилителя с отрицательной обратной связью между вторичной обмоткой выходного трансформатора $Тр_2$ и цепью эмиттера транзистора T_1, а также коллектором и базой транзисторов T_2 и T_3 показана на рис 12-5.

Усилитель работает от батареи напряжением 8—9 *в*, а его выходная мощность составляет около 300 *мвт*. Ввиду наличия отрицательной обратной связи коэффициент его усиления приблизительно в 2 раза меньше, чем в ранее рассмотренном случае, и поэтому для получения на его выходе мощности того же порядка напряжение звуковой частоты на входе должно быть в 2 раза больше.

По своей схеме усилитель аналогичен усилительному блоку супергетеродинного приемника на шести транзисторах, который был описан в предыдущей главе. Таким образом, монтируя усилительный блок супергетеродина, можно ориентироваться на схемы, приведен-

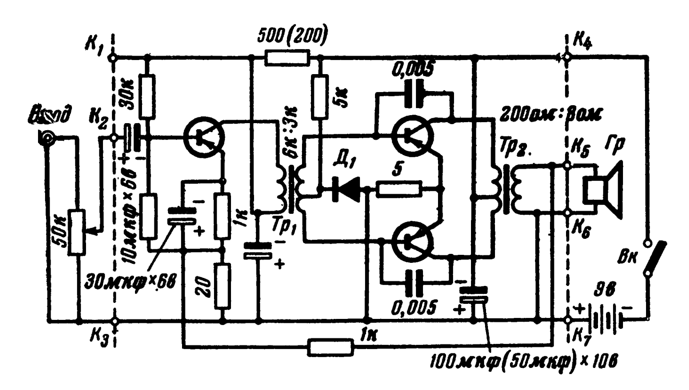


Рис. 12-5. Принципиальная схема усилителя с улучшенной частотной характеристикой.

ные в данной главе. Если рассматриваемый здесь усилитель будет использован в супергетеродинном приемнике, то питание на высокочастотный блок приемника в этом случае придется подавать от вывода K_1 схемы рис. 12-5, а между выводами K_1 и K_4 вместо резистора сопротивлением 500 *ом* подключить резистор сопротивлением 200 *ом*. Кроме того, поскольку в блоке питания приемника используется конденсатор 1 000 *мкф*, конденсатор 100 *мкф* из схемы усилителя можно будет исключить.

Сборка усилителя. Детали, необходимые для сборки усилителя, указаны в табл. 2. Перечень деталей почти полностью совпадает с перечнем, приведенным в табл. 1.

Однако ввиду того, что выходная мощность усилителя должна составлять 300 *мвт*, применять можно только те транзисторы, у которых максимальный ток коллектора превышает 150 *ма*, а максимально допустимая мощность рассеяния на коллекторе 150 *мвт*. Если допустимая мощность рассеяния на коллекторе меньше указанной величины, для охлаждения транзисторов необходимо использовать радиаторы. Правда, транзисторы типа 2SB-371 могут работать и без радиаторов. Однако для большей надежности радиаторами все же следует воспользоваться. Функции радиаторов в усилителе выполняют металлические держатели. [1]

---

[1] Следует иметь в виду, что у транзисторов 2SB-371 все выводы изолированы от корпуса. *Прим. ред.*

Размеры платы составляют 80×40 *мм*. Хотя число деталей в этом варианте усилителя больше, чем в первом, на плате все же остается достаточно свободного места. Поэтому ее размеры можно несколько уменьшить. Поскольку выводы трансформаторов выполнены гибким проводом, выводы коллектора транзистора 2SB-346, а также коллекторов и баз транзисторов 2SB-371 необходимо закрепить в заклепках. Кроме того, в отверстия заклепок заводится один вывод конденсатора 30 *мкф*×3 *в* и резистора 20 *ом*. К одной из этих заклепок удобно подпаять резистор сопротивлением 1 *ком* в цепи отрицательной обратной связи.

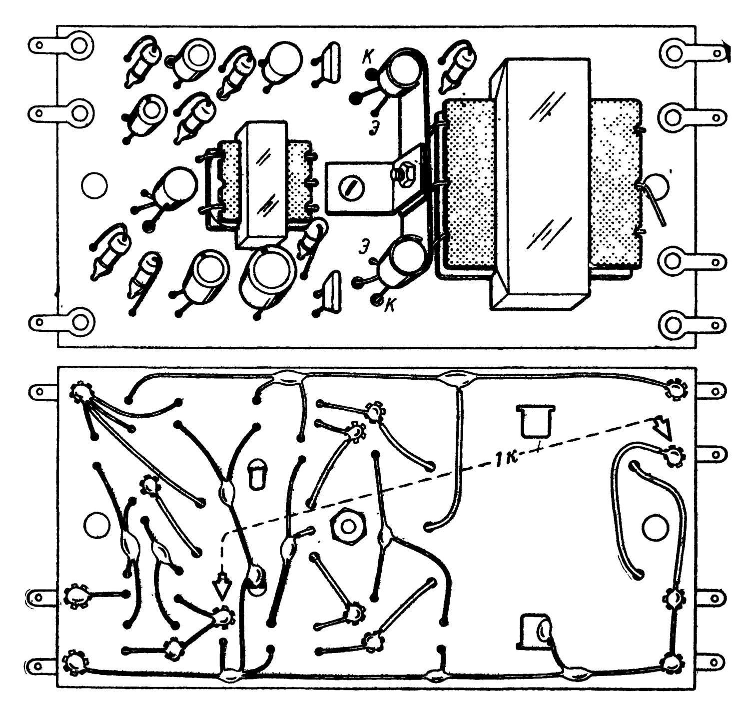


Рис. 12-6. Размещение элементов схемы на плате.

Таблица 2

Необходимые детали

Транзистор 2SB-346	1
» 2SB-371	2
Трансформатор (сопротивление первичной и вторичной обмоток 6 и 3 *ком*) . . .	1
То же 200 и 8 *ом*	1
Варистор МА-23В	1

Резисторы 0,125 *вт*, 5, 20, 500 *ом*		по 1
» 30 *ком*		по 1
» 1, 5 *ком*		по 1
Конденсаторы:		
майларовые 0,005 *мкф*		2
электролитический 30 *мкф*×3 *в* . . .		1
» 10 *мкф*×6 *в* . . .		1
» 30 *мкф*×10 *в* . . .		1
» 100 *мкф*×10 *в* . .		1
Сухие элементы № 3		6
Держатели транзисторные RH-1 (крупногабаритные)		2
Текстолитовая плата, заклепки с лепестком и т. п.		

Монтажная схема усилителя показана на рис. 12-6. На плате в первую очередь устанавливаются трансформаторы. Электрический монтаж схемы начинается с той стороны платы, где расположен транзистор T_1. Все резисторы устанавливаются на плате в вертикальном положении. Во избежание соприкосновения их изогнутых верхних выводов с корпусом на них следует надеть трубочки из изолирующего материала. Электролитические конденсаторы монтируются так, чтобы их положительные выводы были обращены в сторону общего провода.

Транзисторы типа 2SB-371 крепятся к плате с помощью держателя, который, как указывалось ранее, выполняет также функции радиатора. Надев держатели на корпус транзисторов, в них просверливают одно общее отверстие под винт и соединяют их с платой посредством Г-образной скобы.

Оба транзистора выходного каскада устанавливаются так, что их эмиттеры обращены к внутренней части платы, а коллекторы — наружу. При таком способе монтажа отдельные выводы могут ка-

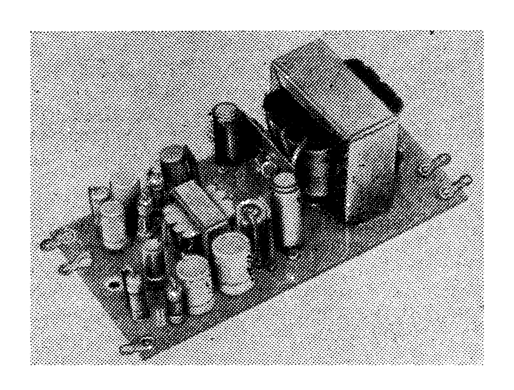


Рис. 12-7. Внешний вид усилителя с улучшенной частотной характеристикой.

саться друг друга, ввиду чего на них также следует надеть трубочки из изолирующего материала.

Для компенсации влияния температурных изменений (т. е. для того чтобы ток коллектора оставался постоянным при изменении окружающей температуры) в усилителе использован варистор типа МА-23. Промышленность выпускает три разновидности варисторов этого типа — А, В и С, однако совместно с транзистором 2SB-371 применяются лишь разновидности В и С. Варистор типа МА-23, как и транзисторы, имеет три вывода. Вывод, соответствующий коллектору, соединяется с общим проводом (землей), а выводы, соответствующие базе и эмиттеру, объединяются и подключаются к средней точке вторичной обмотки трансформатора Tp_2 вместе с резистором сопротивлением 5 *ком*. Резистор сопротивлением 1 *ком*, работающий в цепи отрицательной обратной связи, подключается позднее при наладке усилителя. Внешний вид усилителя показан на рис. 12-7.

ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ УСИЛИТЕЛЯ

Электрические соединения между монтажной платой и деталями, установленными на корпусе усилителя, аналогичны показанным на рис 12-4. Выполнив эти соединения, можно приступить к проверке работоспособности усилителя. Отличие в данном случае состоит лишь в том, что сопротивление регулятора громкости составляет 10 *ком*, а напряжение питания 9 *в*. Для транзистора типа 2SB-346 нормальным считается ток, равный 1—1,2 *ма*, а для двух транзисторов типа 2SB-371 (вместе) 3—4 *ма*. Если измеренные значения токов, проходящих через транзисторы, значительно отличаются от указанных, то в первом каскаде (2SB-346) в ту или другую сторону необходимо изменить сопротивление резистора 30 *ком*, а во втором (2SB-371) резистора 5 *ком*. Однако результаты регулировки окажут заметное влияние лишь на величину тока в первом, но отнюдь не во втором каскаде, что объясняется наличием варистора в цепи смещения. Таким образом, если величина этого тока продолжает отличаться от номинальной даже при изменении сопротивления в достаточно широком диапазоне, это означает, что необходима замена варистора.

Затем на вход усилителя можно подать подлежащее усилению напряжение и испытать работу громкоговорителя. Поскольку конденсаторы между базой и коллектором транзисторов T_2 и T_3 обеспечивают отрицательную обратную связь по высокой частоте, то при их включении понижается содержание высоких частот в выходном сигнале и улучшается качество звучания.

Теперь между одним из выводов вторичной обмотки выходного трансформатора и эмиттером транзистора T_1 необходимо подключить резистор сопротивлением 1 *ком* (точки его подключения показаны на рис. 12-6 стрелками). Если после подключения этого резистора громкость звука уменьшается, это означает, что соединение произведено правильно и обратная связь действительно отрицательная. Если же приемник начинает самовозбуждаться, значит, обратная связь положительна и концы вторичной обмотки выходного трансформатора следует поменять местами. Такая необходимость, в частности, возникла при настройке усилителя, показанного на рис. 12-7, в котором выводы вторичной обмотки пришлось отпаивать от ближайших лепестков и припаивать заново крест-накрест.

Отметим, что поменять местами можно было бы также выводы первичной обмотки трансформатора Tp_2 или первичной обмотки трансформатора Tp_1.

После подключения резистора сопротивлением 1 *ком* снова следует проверить работоспособность усилителя. В том случае, когда входное напряжение звукового сигнала достаточно велико, сопротивление этого резистора может быть сделано меньше 1 *ком*, что благоприятно скажется на частотной характеристике усилителя. Если же входное напряжение, наоборот, слишком мало и громкоговоритель соответственно работает не на полную громкость, это сопротивление должно быть больше 1 *ком*.

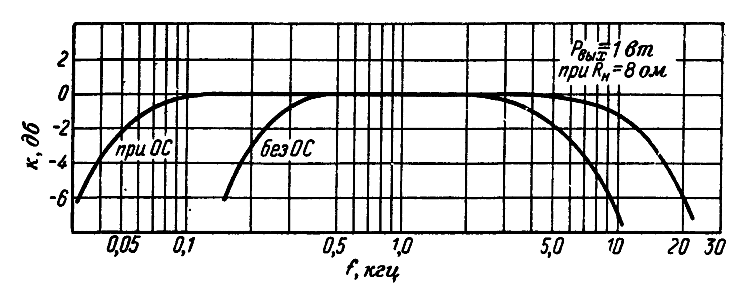


Рис. 12-8. Частотные характеристики усилителя.

На рис. 12-8 сравниваются две частотные характеристики — одна для усилителя с отрицательной обратной связью, другая — для усилителя без нее. Чем шире полоса частот усилителя, тем, очевидно, выше качество звука. Однако чрезмерное расширение полосы в сторону высоких частот в данном случае совершенно бесполезно, так как малогабаритный громкоговоритель почти не воспроизводит эти частоты. Поэтому включение конденсаторов между коллектором и базой транзисторов T_2 и T_3 можно считать допустимым.

Глава тринадцатая

СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ НА ВОСЬМИ ТРАНЗИСТОРАХ

СХЕМА УСИЛИТЕЛЯ

В данной главе рассматривается стереофонический усилитель, работающий, как показано на рис. 13-1, в одном из двух каналов стереофонической системы и собираемый на четырех транзисторах. Такой усилитель называется главным. Его первый каскад, в котором использован транзистор типа 2SB-348, является предваритель-

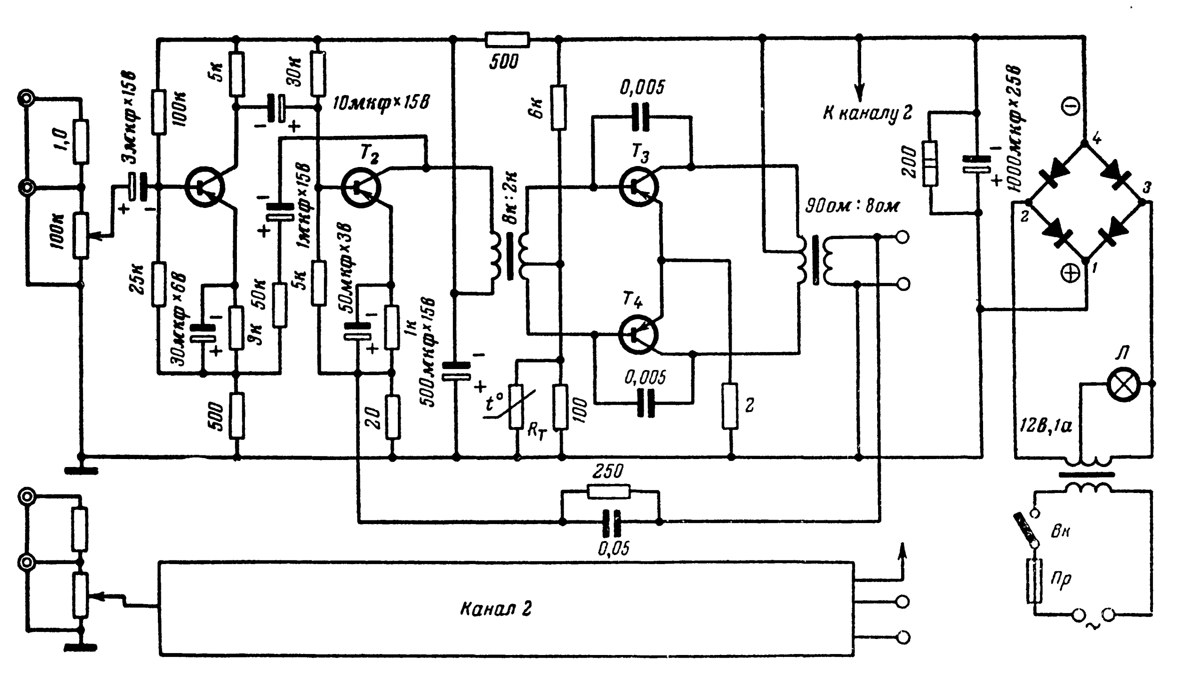


Рис. 13-1. Принципиальная схема главного стереофонического усилителя.

ным усилителем (подвозбудителем) и служит также для согласования входного сопротивления с внутренним сопротивлением источника сигнала. При равенстве внутреннего сопротивления источника сигнала входному сопротивлению усилителя от источника сигнала может быть отобрана максимальная мощность, ввиду чего величину входного сопротивления усилителя необходимо выбирать возможно более близкой к величине внутреннего сопротивления источника или же делать ее возможно большей.

Каскад, собранный на транзисторе типа 2SB-346, работает как усилитель (возбудитель). Со входом следующего каскада — мощным усилителем — он связан при помощи трансформатора, сопротивление первичной и вторичной обмоток которого равно соответственно 8 и 2 *ком*. Мощный усилитель выполнен по двухтактной схеме на двух транзисторах типа 2SB-324 и работает в режиме B. На его выходе стоит трансформатор $Тр_2$, к вторичной обмотке которого подключается громкоговоритель. В общем случае усилители с высококачественным воспроизведением звука строятся по схеме с бестрансформаторным выходом. Однако эта схема слишком трудна для начинающего любителя, и потому в данном усилителе применена схема с трансформатором.

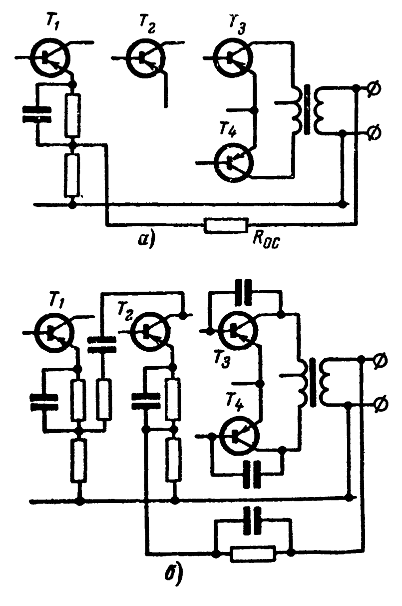


Рис. 13-2. Способы подачи отрицательной обратной связи.

а — типовая схема; *б* — выбранная схема.

Выходная мощность усилителя равна 2 *вт*. Для сравнения укажем, что мощность на выходе малогабаритных транзисторных приемников составляет 100—200 *мвт*, что вполне достаточно для негромкой работы приемника в помещении. Однако для достижения стереоэффекта требуются гораздо большие мощности — при работе в помещении выходная мощность стереофонического усилителя должна быть порядка 5 *вт*. Поэтому желательно, чтобы по обоим каналам выходная мощность усилителя превышала 5 *вт*. С другой стороны, стереофонические усилители почти не работают с максимумом мощности — на практике их выходная мощность меньше названной ранее величины. Если выходная мощность усилителя снижается и становится менее 2 *вт*, то появляется возможность использовать при его построении транзисторы с гибкими выводами и трансформаторы не слишком больших размеров.

На вход стереофонического усилителя могут быть подключены предварительный усилитель или высокочастотный блок АМ или ЧМ

приемника с выходным сопротивлением, равным приблизительно 5 *ком*. Исходя из этих соображений, входное сопротивление усилителя было выбрано равным 25 *ком*.

Кристаллические звукосниматели (или микрофоны), выходное напряжение которых довольно велико, подключаются к усилителю непосредственно. Однако в связи с тем, что они обладают весьма высоким сопротивлением, для их подключения в усилителе предусмотрен специальный вход с последовательно включенным резистором 1 *Мом*.

В целях улучшения частотной характеристики и повышения входного сопротивления усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью. В обычных схемах обратная связь, как показано на рис. 13-2, *а*, осуществляется между вторичной обмоткой выходного трансформатора и эмиттерной цепью транзистора T_1, в схеме же данного усилителя она обеспечивается между коллектором транзистора T_2 и эмиттером T_1, между вторичной обмоткой выходного трансформатора и эмиттером T_2, а также между коллектором и базой транзисторов T_3 и T_4.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Усилитель собирается в корпусе, показанном на рис. 13-3. Поскольку объем, занимаемый собственно усилителем, невелик, в этом же корпусе можно установить и проигрыватель.

Транзисторы. Так как транзисторы, используемые в мощном усилителе, должны отдавать мощность около 2 *вт*, они должны быть также рассчитаны на достаточно высокое напряжение. Напряжение источника питания, т. е. блока, в котором происходит выпрямление переменного тока напряжением 12 *в*, составляет около 14 *в*. Поэтому в усилителе рекомендуется использовать транзисторы с максимальным напряжением на коллекторе более 30 *в*, максимальным коллекторным током более 500 *ма* и максимальной мощностью рас-

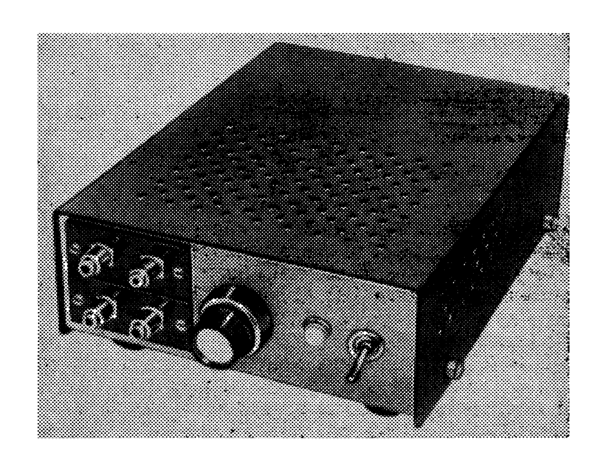


Рис. 13-3. Внешний вид стереофонического усилителя.

сеяния на коллекторе более 400 *мвт*. В оконечном каскаде усилителя были применены транзисторы типа 2SB-324. Отметим, что транзисторов с параметрами, аналогичными параметрам транзисторов выбранного типа, видимо, существует не так уж много.

Два первых каскада работают как обычные низкочастотные усилители. Для усиления низкочастотных сигналов может быть использовано настолько большое число различных типов транзисторов, что радиолюбитель порой становится в тупик, не зная, какой из них целесообразнее применить для работы в его схеме. В каскадах низкочастотного усиления рассматриваемого здесь усилителя можно использовать различные транзисторы, коэффициент усиления по току которых приблизительно равен или превышает 100.

Трансформаторы. Желательно, чтобы сопротивления первичной и вторичной обмоток входного трансформатора были равны 8 и 1 *ком* соответственно. Сопротивления обмоток выходного трансформатора составляют 90 и 8 *ом*.

Силовой трансформатор. Напряжение на вторичной обмотке силового трансформатора должно быть равно 12 *в* при токе 1 *а*. Хотя ток, практически потребляемый усилителем, не превышает 0,5 *а*, использование трансформатора, обеспечивающего ток 0,5 *а*, в данном случае нецелесообразно, поскольку коэффициент трансформации по напряжению будет при этом слишком высоким. Поэтому в усилителе следует использовать трансформатор, создающий во вторичной цепи ток, возможно более близкий к 1 *а*. Резистор сопротивлением 200 *ом*, включенный на выходе блока питания, предназначен для снижения кажущегося коэффициента трансформации по напряжению.

Кремниевые диоды. Для выпрямления переменного тока напряжением 12 *в* необходимы кремниевые диоды. В усилителе был использован кремниевый выпрямитель типа SP-01, собранный по мостиковой схеме. Однако выпрямитель можно выполнить и из четырех отдельных диодов, рассчитанных на напряжение 100 *в* и ток 0,5 *а*.

Необходимые детали

Транзисторы 2SB-348	2
» 2SB-346	2
» 2SB-324	4
Кремниевый выпрямитель SP-01	1
Варисторы МТ-25	2
Трансформаторы 8 : 2 (*ком*)	2
» 90 : 8 (*ом*), мощностью 3 *вт*	2
Силовой трансформатор 12 *в*; 1 *а*	1
Резисторы 20, 100, 250 *ом*; 1, 3, 6, 25, 30, 50, 100 *ком*; 1 *Мом*	по 2
» 500 *ом*; 5 *ком*	по 4
» 2 *ома* (проволочные)	2
» 200 *ом* (2 *вт*)	1
Потенциометр сдвоенный (типа А) 100 *ком*	1
Конденсаторы:	
майларовые 0,005 *мкф*	4
» 0,05 *мкф*	2
электролитические 50 *мкф*×3 *в*	2
» 30 *мкф*×6 *в*	2

электролитические 1 *мкф*×15 *в*		2
» 3 *мкф*×15 *в*		2
» 10 *мкф*×15 *в*		2
» 500 *мкф*×15 *в*		2
» 1 000 *мкф*×25 *в*		1
Держатель предохранителя (с предохранителем 0,5 *а*)		1
Тумблер		1
Индикаторная лампочка		1
Гнезда двухполюсные		2
Выходные зажимы двухполюсные		2
Корпус 200×150×60 *мм*		1
Ручка (сдвоенная)		1
Держатели транзисторов (радиаторы)		2
Вспомогательная плата пятиполюсная		1
Текстолитовая плата толщиной 1 *мм*		1
Шнур питания с вилкой		1

СБОРКА УСИЛИТЕЛЯ

На корпусе усилителя монтируются силовой и выходной трансформаторы, кремниевые диоды и некоторые другие детали. Основная же часть деталей устанавливается на монтажной плате с размерами 65×30 *мм*. В качестве ее использована не готовая печатная плата, а обычная текстолитовая, на которой производится навесной монтаж, для чего в ее соответствующих точках запрессованы пустотелые заклепки с лепестками и без них. В связи с тем, что размеры платы довольно велики, почти все резисторы размещаются на ней в горизонтальном положении. Узлы, относящиеся к правому и левому каналам, монтируются в корпусе симметрично, поэтому симметричным является также расположение входных выводов плат и конденсаторов связи.

Монтаж усилителя левого канала производится так же, как и монтаж усилительного блока приемника на семи транзисторах, который был описан ранее. Однако для подачи питания на высокочастотный блок приемника на плате усилителя необходимо установить еще один вспомогательный контакт. Кроме того, следует иметь в виду, что номиналы деталей канального усилителя и усилительного блока приемника отличаются в 2—3 раза.

Размещение деталей на плате и электрические соединения между ними показаны на рис. 13-4.

При конструировании транзисторных усилителей весьма важно установить правильный режим транзисторов по постоянному току. Поэтому нужные значения рабочих токов транзисторов подбираются еще до начала монтажа. При напряжении питания 12 *в*, которое используется в данном усилителе, для транзистора типа 2SB-348 нормальным можно считать ток, равный 0,6—0,8 *ма*, для транзистора типа 2SA-346 — ток 1,5—2 *ма*, а для транзисторов типа 2SB-324 (вместе) — ток, равный 5 *ма*. Еще раз укажем, что перед тем, как приступить к монтажу усилителя, к транзисторам, которые будут в нем использованы, следует подключить батарею и соответствующие резисторы и измерить их рабочие токи.

Поскольку в данном усилителе положительный провод является в то же время общим, к нему можно подключить одну из ножек дер-

жателя входного трансформатора. Тогда, подключив к другой ее ножке положительный вывод конденсатора 500 *мкф*, мы сумеем заземлить этот вывод, избежав пересечения его со средним проводом обмотки входного трансформатора. Ввиду того, что провод обратной связи, соединяющий коллектор транзистора T_2 и эмиттер транзистора T_1 (через резистор 50 *ком*), находится в зоне относительно плотного монтажа, на него необходимо надеть трубочку из изолирующего материала. Такие трубочки следует надеть и на другие проводники, между которыми может возникнуть нежелательный контакт.

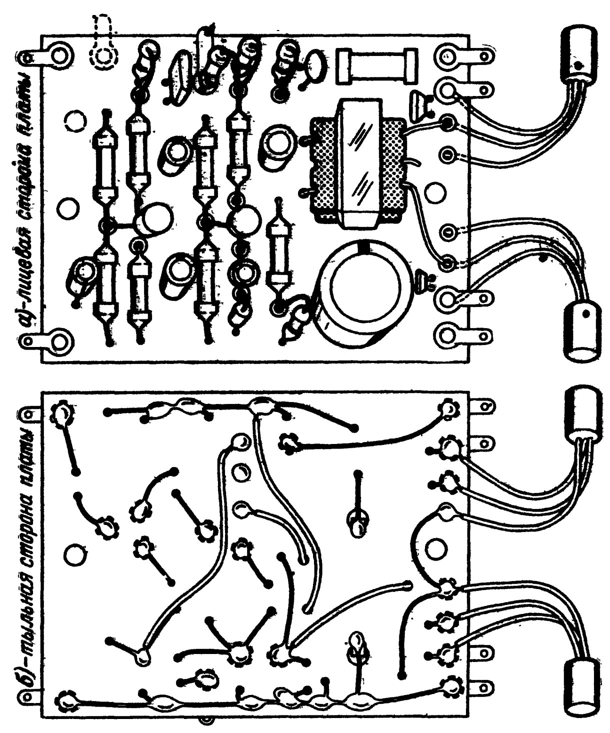


Рис. 13-4 Монтаж на лицевой (*а*) и оборотной (*б*) сторонах платы.

В целях улучшения условий теплоотдачи транзисторы T_3 и T_4 монтируются непосредственно на корпусе. На их выводы следует надеть изолирующие трубочки.

Снова возвращаясь к вопросу о плате, отметим, что конденсатор связи устанавливается на ней там, где на монтажной схеме рис. 13-4 изображен пунктирный кружок. Заклепка, находящаяся в ее верхнем левом углу, является входным выводом, а аналогичная заклепка, показанная на рис. 13-4 пунктиром, выводом общего провода.

На передней стенке корпуса устанавливаются входные гнезда, регуляторы громкости, выключатель и некоторые другие детали. Входные гнезда обычно монтируются на задней стенке, однако в данном случае они размещены на передней — ближе к регуляторам громкости. Поскольку выключатель работает при напряжении 100 *в*, его следует располагать по возможности дальше от регуляторов громкости и входных гнезд. На задней стенке корпуса монтируются держатель предохранителя, диоды, выходные гнезда и т. п.

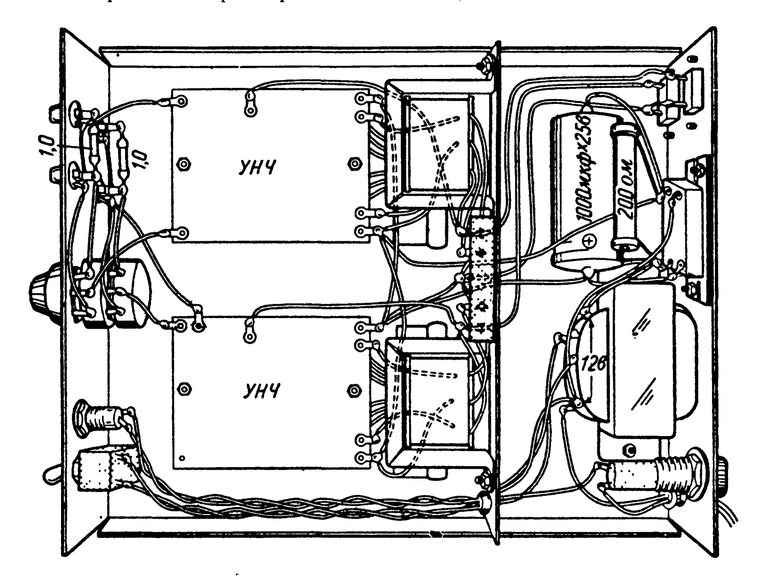


Рис. 13-5. Размещение основных узлов схемы в корпусе.

Обычно на выходе аппаратуры используются гнезда с креплением гайками, однако в данном усилителе за недостатком места были применены гнезда, запрессованные в изоляционное основание. К днищу корпуса крепятся силовой трансформатор, монтажные платы и т. п. Выходной трансформатор крепится к перегородке, отделяющей собственно усилитель от блока питания.

Размещение плат в корпусе усилителя и электрические соединения между его отдельными узлами показаны на рис. 13-5. Транзисторы типа 2SB-324 крепятся к днищу корпуса.

Если корпус покрыт достаточно толстым слоем краски, то в тех местах, где будут установлены те или иные детали, ее необходимо удалить. Выводы вторичной обмотки выходных трансформаторов соединяются с контактами переходной колодки, а те в свою очередь с выходными гнездами. Так же монтируются и цепи обратной связи.

Выводы конденсатора 1 000 *мкф* припаиваются непосредственно к выводам кремниевого выпрямителя. Для надежности сам конденсатор крепится к корпусу с помощью клейкой ленты. Вместе с тем, поскольку в данном усилителе общий провод, который соединен

с корпусом, имеет положительный потенциал, необходимо принять меры к тому, чтобы корпус конденсатора, играющий роль его отрицательного вывода, не касался корпуса усилителя.

НАЛАДКА УСИЛИТЕЛЯ

Начиная настраивать усилитель, в первую очередь необходимо измерить рабочие токи транзисторов. Номинальные значения токов уже были указаны ранее. Если измеренный ток в каком-либо каскаде существенно отличается от номинального, сопротивление соответствующих резисторов нужно изменить в ту или иную сторону. Затем, меняя сопротивления резисторов или емкости конденсаторов в цепях отрицательной обратной связи, следует отрегулировать ее

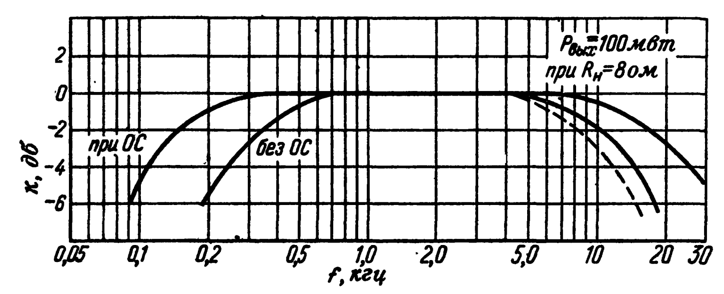


Рис. 13-6. Частотные характеристики усилителя.

глубину. В связи с тем, что в усилителе используются два трансформатора, его частотная характеристика оставляет желать много лучшего. Некоторое улучшение характеристики достигается введением обратной связи: чем сильнее отрицательная обратная связь, тем лучше характеристика. Однако по мере нарастания обратной связи снижается коэффициент усиления, что также должно быть учтено при расчете схемы. При увеличении отрицательной обратной связи коэффициент усиления усилителя, очевидно, также необходимо увеличить. Именно поэтому рассматриваемый усилитель является трехкаскадным и собирается на транзисторах с высоким коэффициентом усиления по току. На рис 13-6 приведены частотные характеристики усилителя.

При отсутствии отрицательной обратной связи усиление возможно в полосе частот приблизительно от 200 до 6 000 *гц*, а при наличии ее усиление оказывается возможным уже в полосе приблизительно от 45 до 15 000 *гц*. То обстоятельство, что при увеличении глубины обратной связи характеристика расширяется в область нижних частот, но не расширяется в сторону верхних, объясняется влиянием конденсаторов, включенных между коллектором и базой транзисторов T_3 и T_4, а также конденсаторов, включенных параллельно резисторам 250 *ом*. При замене указанных конденсаторов конденсаторами меньшей емкости содержание высоких частот в выходном сигнале возрастает. Однако чрезмерное уменьшение емкости этих конденсаторов недопустимо ввиду возможности самовозбуждения схемы.

Глава четырнадцатая

ПЕРЕГОВОРНОЕ УСТРОЙСТВО НА ТРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ

БЛОК-СХЕМА УСТРОЙСТВА

Это устройство предназначено для переговоров только между двумя лицами в пределах одного здания. Оно монтируется в малогабаритном корпусе, что позволяет вести разговор, держа его в руке (рис. 14-1)

Схема селекторного устройства приведена на рис. 14-2. Ток звуковой частоты, проходящий через микрофон (он же громкоговоритель), усиливается транзистором 2SB-113, а затем мощным усилителем, собранным по двухтактной схеме на транзисторах типа 2SB-116, и для этой цели его мощность является вполне достаточной.

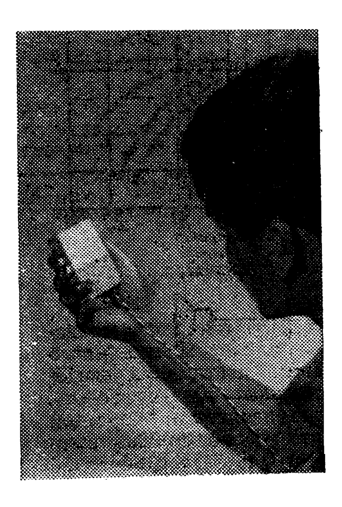


Рис. 14-1. Пользование устройством селекторной связи.

При изготовлении переговорного устройства любитель может ограничиться лишь сборкой его основного блока — усилителя. Тогда для посылки вызова, как показано на рис. 14-3, *а*, можно использовать обычный звонок. В такой системе один из проводов будет общим, а в общей сложности потребуется всего три провода. В селекторах промышленного типа для вызова применяется низкочастотный генератор, а сам вызов осуществляется следующим образом. Если выключатель питания на стороне ведущего абонента, т. е. там, где расположен усилитель, переведен согласно рис. 14-3, б в положение «Выключено», то с помощью этого выключателя, а также с помощью выключателя, сопряженного с ним, часть схемы усилителя можно преобразовать в схему генератора. Если теперь выключатель питания на стороне ведомого абонента, т. е. там, где расположен только громкоговоритель, перевести в положение «Включено», то этот генератор заработает и в громкоговорителе ведущего абонента раздастся сигнал вызова. Таким образом, в рассмотренной схеме используются два провода. Кроме того, в ней применены выключатель кнопочного типа и конденсатор, что препятствует прохождению постоянного тока через громкоговоритель ведомого абонента.

Итак, отличительной особенностью данной системы является то, что в ней требуется всего два соединительных провода. Однако для посылки вызова ведомому абоненту со стороны ведущего оказывается необходимым ввести еще одно переключение, ввиду чего конструкция выключателя питания становится довольно сложной.

В предлагаемом здесь устройстве посылка вызова возможна с любой стороны. Для этого в схеме на рис. 14-2 предусмотрены два переключателя: $П_1$ — обеспечивающий вызов ведомого абонента и $П_4$ — обеспечивающий вызов ведущего.

При вызове ведущего абонента со стороны ведомого в схеме происходят следующие процессы. При нажатии кнопочного переклю-

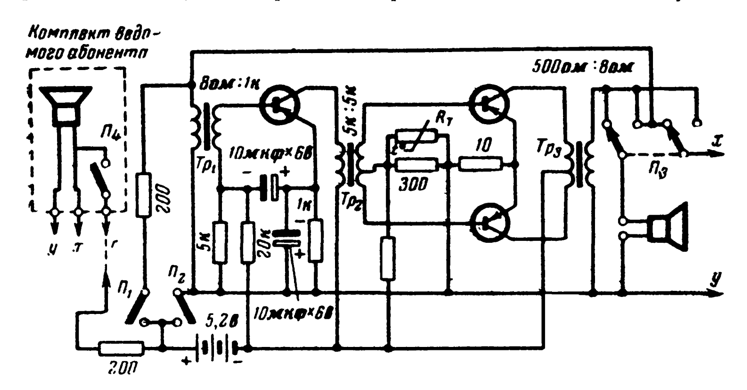


Рис. 14-2. Принципиальная схема малогабаритного устройства селекторной связи.

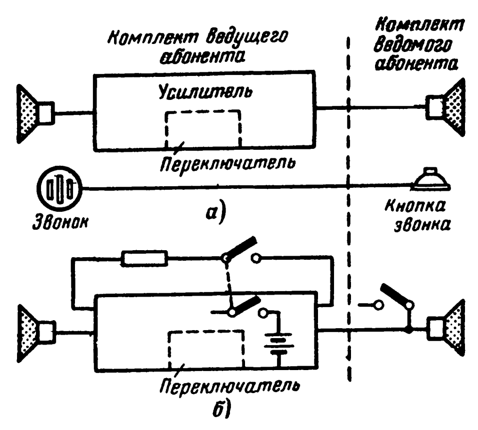


Рис. 14-3. Способы посылки вызова.

чателя $П_4$ по цепи, показанной на рис. 14-4, *а*, начинает проходить ток. Переключатель $П_3$, соединенный последовательно с первичной обмоткой входного трансформатора $Тр_1$, замыкает и размыкает разговорную цепь; в дежурном режиме он находится в положении, соответствующем показанному на рис. 14-4, *а*.

В первом каскаде схемы работает транзистор типа 2SB-113. Перерисовав схему (рис. 14-4, *б*), легко видеть, что она представляет собой генератор, выходной сигнал которого усиливается мощным

усилителем, собранным на транзисторах типа 2SB-116, и поступает на громкоговоритель ведущего абонента. Резистор 200 *ом*, включенный последовательно с батареей, предназначен для ограничения мощности генерируемых колебаний, а также для того, чтобы первичная обмотка входного трансформатора (другими словами, громкоговоритель) не была замкнута накоротко.

Посылка вызова ведомому абоненту осуществляется следующим образом. Ведущий абонент переводит переключатель $П_3$ в положе-

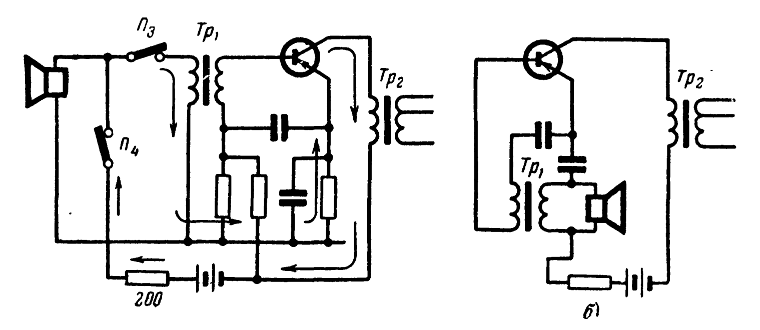


Рис. 14-4. Использование усилителя в качестве генератора (*а*) и схема генератора (*б*).

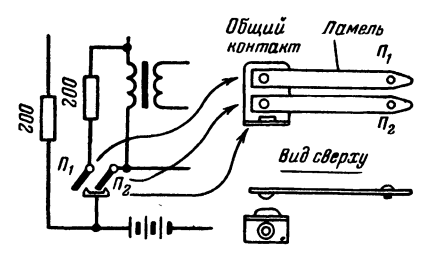


Рис. 14-5. Переключения с использованием общего контакта.

ние, при котором громкоговоритель ведомого оказывается подключенным к выходному трансформатору $Тр_3$, и нажимает кнопку посылки вызова $П_1$. При этом схема принимает такой же вид, как и при посылке вызова ведомым абонентом, и начинает работать генератор. Сигнал с его выхода усиливается и подается на громкоговоритель ведомого абонента.

Недостатком описываемого разговорного устройства является необходимость использования в нем трех проводов. Однако поскольку связь осуществляется в данном случае в пределах одного дома, с этим недостатком можно примириться.

С помощью переключателя $П_2$ на схему подается питание в режиме разговора. Таким образом, на стороне ведущего абонента всего имеется три переключателя. Использование в селекторе обычных переключателей ползункового или щелчкового типа нежелательно ввиду того, что они имеют слишком большие размеры. Поэтому в ап-

паратуре использован специальный сдвоенный переключатель, выполняющий функции и $П_1$ и $П_2$ (рис. 14-5). Контакт переключателя, к которому присоединен положительный полюс батареи, является общим. В качестве пружинных контактов использованы ламели от старого реле. Ламели закрепляются на корпусе и управляются кнопками. Общий контакт монтируется на плате.

Если в качестве $П_1$ и $П_2$ используются отдельные переключатели, то между ними в разрыв общего провода, соединяющего комплект ведущего и ведомого абонентов, можно подключить резистор 200 *ом* (рис. 14-6).

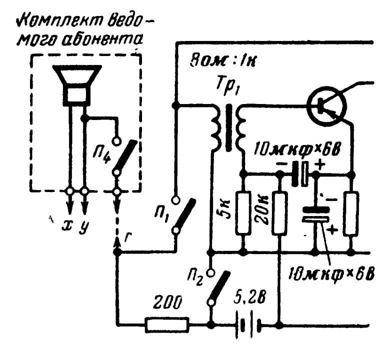


Рис. 14-6. Переключения с использованием отдельных выключателей.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Корпус. Устройство монтируется в корпусе размерами 58×92×28 *мм*.

Транзисторы. В каскаде предварительного усилителя низкой частоты использованы транзисторы типа 2SB-116, однако применение других типов транзисторов также является допустимым.

Трансформаторы. Поскольку приобретение трансформаторов с расчетными параметрами затруднительно, в селекторе используются трансформаторы с параметрами, несколько отличающимися от заданных.

В качестве $Тр_3$ желательно применить трансформатор с сопротивлением первичной обмотки 300 *ом*. Однако такие трансформаторы имеют слишком большие габариты, что заставляет использовать в селекторе трансформатор с сопротивлением первичной обмотки 500 *ом*, но меньших размеров.

Громкоговорители. Хотя наиболее подходящим для данного селектора, видимо. был бы громкоговоритель диаметром около 6,5 *см*. применить его не позволяют размеры корпуса. Поэтому в селекторе был использован громкоговоритель диаметром 5,5 *см*.

Батарея. В переговорном устройстве использована батарея напряжением 6 *в*.

Переключатели. Ввиду того, что размеры малогабаритных переключателей, используемых в транзисторных приемниках, слишком велики для выбранного корпуса, в качестве переключателей в селекторе используются ламели реле (в $П_1$, $П_2$ и $П_4'$ — от крупногабаритных реле, в $П_3$ — от миниатюрного).

Необходимые детали

Транзисторы 2SB-113	1
» 2SB-116	1
Трансформаторы 8 *ом* и 1 *ком*	1
» 5 и 5 *ком*	1
» 500 и 8 *ом*	1
Резистор 0,125 *вт*, 10 *ом*	1

Резистор 0,125 *вт* 200 *ом*		2
»	300 *ом*	1
»	1 *ком*	1
»	5 *ком*	2
»	20 *ком*	1
Варистор D-32S		1
Конденсаторы электролитические 10 *мкф*×6 *в*		2
Громкоговорители 8 *ом*		2
Батарея		1
Корпус		2
Выключатели самодельные		3
Выключатель пружинного типа (шестиполюсный)		1
Текстолитовая плата, заклепки, шнур питания и т. п.		

СБОРКА УСТРОЙСТВА

Изготовление переключателей. Переключатели изготовляются на основе ламелей реле и крепятся на корпусе комплекта ведущего абонента, в котором для этой цели предусмотрены специальные отверстия. Поскольку ламели переключателей $П_1$ и $П_2$ имеют одинаковую конфигурацию, способ их закрепления на корпусе также одинаков. В корпусе для каждого из них просверливаются два отверстия диаметром 1,5—2 *мм*, через которые пропускаются крепящие их винты, и одно отверстие диаметром 3—4 *мм*, в котором устанавливается нажимная кнопка. Ламели, в которых также просверлены отверстия, соответствующие отверстиям на корпусе, крепятся к нему винтами диаметром 1,5—2 *мм* или заклепками.

В качестве кнопок можно использовать специально выточенные цилиндрики из диэлектрического материала. Задача кнопок — передавать производимое пальцами давление на контакты переключателей. Положение переключателей $П_1$ и $П_2$ должно быть выбрано так, чтобы в дальнейшем в них не пришлось устанавливать кнопки другого типа или менять расстояние между контактами.

Переключатель $П_3$ устанавливается на стенке корпуса, противоположной той, на которой закреплены переключатели $П_1$ и $П_2$. При разговоре кнопка переключателя $П_2$ удерживается в нажатом положении. Что же касается кнопки $П_3$, то в тот момент, когда ведущий абонент говорит сам, она должна быть нажатой; когда же ведущий абонент слушает, ее отпускают.

Положение всех кнопок должно обеспечивать наибольшие удобства при пользовании селектором.

Переключатель $П_3$ — шестиполюсный, он одновременно коммутирует две цепи, поэтому его самостоятельное изготовление довольно затруднительно. В качестве этого переключателя в селекторе было использовано миниатюрное реле с двумя группами контактов, точнее его контактные группы, которые были отделены от остальных элементов реле и смонтированы на корпусе. Рядом с ними на корпусе установлена кнопка. Если в распоряжении любителя имеется реле с рабочим током 2—3 *ма* и сопротивлением обмотки 800—1 000 *ом*, имеющее две контактные группы, его также можно использовать в качестве переключателя. При прохождении тока через обмотку реле его контакты будут замыкать одну цепь, а при прекращении подачи тока — другую.

Переключатель $П_4$, расположенный в комплекте ведомого абонента, по своей конструкции аналогичен переключателям $П_1$ и $П_2$. Однако его неподвижный контакт устанавливается на корпусе, а не на монтажной плате.

Изготовление монтажной платы. Форма и размеры монтажной платы определяются размерами корпуса и размещением установленных в нем деталей. Размеры платы составляют 53×43 *мм*. Наличие скоса с одной из ее сторон объясняется тем, что в этом месте проходят пружины переключателей $П_1$ и $П_2$. Диаметр отверстий, через которые пропускаются выводы деталей, равен 1 *мм*, а отверстий, через которые проходят крепящие трансформаторы винты, 2 *мм*. Кроме того, в нижней части платы просверливаются семь отверстий для установки вспомогательных контактов, посредством которых монтаж платы соединяется с громкоговорителем, а справа — еще два дополнительных отверстия.

Ввиду того, что вывод базы транзистора 2SB-113 монтируется с противоположной стороны платы, расстояние между выводами коллектора и эмиттера составляет 5—6 *мм*. Поскольку для закрепления выводов деталей заклепки в данном случае не используются, электрические соединения между выводами производятся с обратной стороны платы, в соответствующих точках которой следует просверлить отверстия.

Отверстие диаметром 2,6—2,8 *мм* для закрепления платы на корпусе, положение которого определяется положением стойки, смещено к одному из углов.

Прежде чем приступать к монтажу схемы, следует подобрать величину коллекторного тока транзисторов. Так как размеры переговорного устройства невелики, заменять в нем резисторы, если в дальнейшем вдруг выяснится, что величина коллекторного тока сильно отличается от номинальной, трудно. Поэтому схему следует собирать только на заранее опробованных резисторах, при установке которых ток транзисторов близок к номинальному. Схема подключения резисторов и батарей к транзисторам для измерения их коллекторного тока приведена на рис. 14-7. Нормальным током коллектора для транзистора 2SB-113 можно считать 0,8—1 *ма*, а для двух транзисторов 2SB-116, включенных параллельно, 2—3 *ма*. Если измеренный ток существенно отличается от номинального, сопротивление соответствующих резисторов нужно изменить в ту или иную сторону. Для транзисторов других аналогичных типов номинальные значения коллекторных токов в целом соответствуют указанным выше.

Расположение деталей на плате представлено на рис. 14-8.

Монтаж схемы начинают с установки в надлежащих точках платы обычных заклепок с лепестками и без них, а затем — общего контакта переключателей. Последний изготовляется из согнутой под прямым углом ламели реле, в которой просверлено отверстие под заклепку, которой она крепится к плате.

Поскольку все резисторы должны быть установлены на плате в вертикальном положении, один из их выводов необходимо изогнуть. Во избежание соприкосновения изогнутых выводов резисторов с нижними (неизогнутыми) на них следует надеть трубочки из изолирующего материала.

При монтаже транзисторов и электролитических конденсаторов самое пристальное внимание следует обращать на их полярность. Ввиду того, что число деталей в данной схеме сравнительно велико,

некоторые проводники на плате неизбежно будут пересекаться друг с другом. В местах пересечения проводников для предотвращения короткого замыкания на них необходимо надеть трубочки из изолирующего материала.

Плата с полностью смонтированной на ней схемой показана на рис. 14-9. Особое внимание следует обратить на способ закрепления на ней общего контакта.

Проверка и наладка схемы. После завершения монтажа к входному трансформатору $Тр_1$ (выводы *4* и *7*) и выходному трансформатору $Тр_2$ (выводы *5* и *7*) следует подключить соответствующие громкоговорители, к выводу *7* (или *8*) — положительный полюс батареи и проверить работоспособность схемы. Если громкоговорители находятся в одном и том же помещении, в них тотчас же после включения послышится свист, переходящий в рев, и поэтому при наладке схемы их необходимо устанавливать в разных комнатах. После этого, поднеся ко рту громкоговоритель, соединенный с входным трансформатором, следует сказать какую-либо фразу. Если речь хорошо воспроизводится вторым громкоговорителем, плата устанавливается в корпусе и соединяется с остальными элементами схемы. Если какой-нибудь из проводников обратной стороны платы случайно коснется громкоговорителя, может возникнуть замыкание, для предотвращения которого проводники, проходящие близко от громкоговорителя, следует обмотать изоляционной лентой.

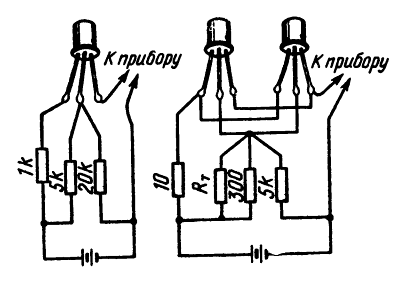


Рис. 14-7. Подбор режима транзисторов по постоянному току.

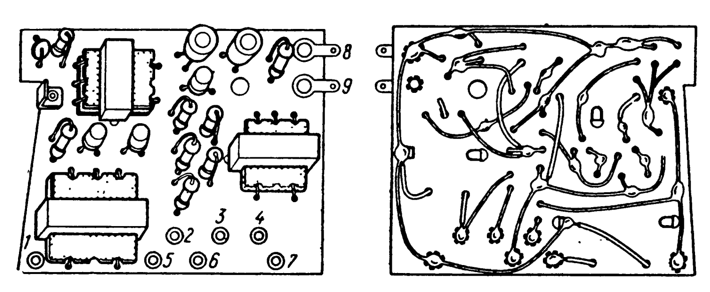


Рис. 14-8. Монтаж на лицевой и оборотной сторонах платы.

Монтаж переключателей $П_1$ и $П_2$ особых трудностей не вызывает, чего нельзя сказать о монтаже переключателя $П_3$, значительно более сложного по конструкции. Контактные пружины, осуществляющие коммутацию цепей, перемещаются в этом переключателе синхронно вверх и вниз (на рис. 14-10 обе контактные группы показаны отдельно).

Нормальным положением переключателя является такое, при котором к выходному трансформатору подключен громкоговоритель ведомого абонента. При нажатии кнопки к этому трансформатору подключается громкоговоритель ведущего абонента. Если входной и выходной сигналы имеют одинаковую фазу, система может самовозбуждаться за счет связи через емкость переключателя. В этом случае выводы одной и той же обмотки входного или выходного трансформатора необходимо поменять местами.

С комплектом ведомого абонента комплект ведущего соединяется тремя проводами. Один из них берет свое начало на выключателе $П_3$ и проходит через вспомогательный контакт *9*. На проводах следует сделать узелки или обмотать их изоляционной лентой с тем, чтобы при легком подергивании их нельзя было вытащить из футляра.

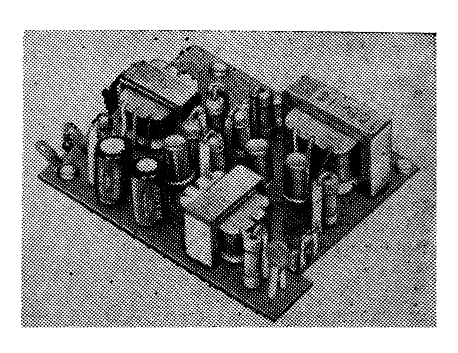


Рис. 14-9. Размещение элементов схемы на плате (внизу справа виден общий контакт).

Теперь следует проверить работу генератора вызова, для чего при ненажатой кнопке переключателя $П_3$ нажимается кнопка $П_1$. Если в громкоговорителе комплекта ведущего абонента прослушивается сигнал вызова, значит, генератор работает нормально. Если же генерации не происходит, выводы первичной обмотки входного трансформатора надлежит поменять местами. Эту проверку можно производить как при отключенном, так и при подключенном комплекте ведомого абонента. Если

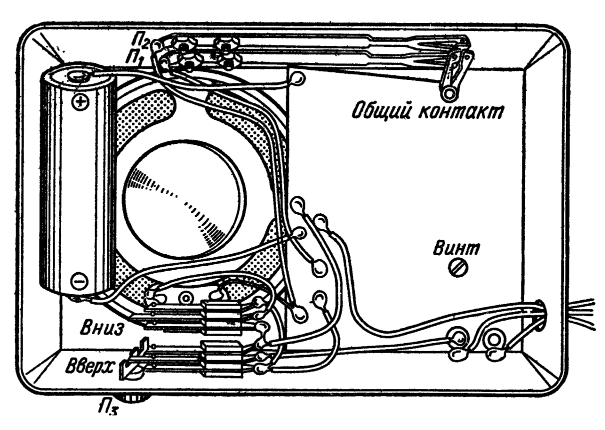


Рис. 14-10. Монтаж переключателей.

громкость сигнала вызова невелика, резистор 200 *ом* заменяется резистором 150 или 100 *ом*.

В корпусе комплекта ведомого абонента монтируются только громкоговоритель и переключатель пружинного типа. Поскольку в корпусе установлен только громкоговоритель, в комплекте можно использовать обычный кнопочный выключатель.

Испытания переговорного устройства завершаются посылкой вызова со стороны ведомого абонента и проверкой прохождения разговора.

Глава пятнадцатая

ЭЛЕКТРОННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР

Как показано на рис. 15-1, *а*, обычный электрический звонок состоит из намотанной на железном сердечнике катушки и расположенной над ним пластины, на которой находится контакт. Если нажать кнопку звонка и пропустить через его катушку электрический ток, то контактная пластина окажется притянутой к сердечнику (рис. 15-1, *б*). В этом случае цепь питания размыкается, и электрический ток перестает проходить через катушку. Если же ток через катушку не проходит, то контактная пластина возвращается в исходное положение, и электрическая цепь восстанавливается. Через катушку снова начинает проходить ток, заставляющий пластину притянуться к сердечнику. Таким образом, пластина совершает колебания, попеременно замыкая и размыкая цепь. Пластина при этом ударяет по металлическому колпачку (колокольчику), и звонок звенит.

В электронном звонке, основанном на применении транзистора, генерируется электрический сигнал низкой частоты, который подается на громкоговоритель. Поэтому тональность электронного звонка (тембр) отличается от тональности обычного, электрического, хотя в целом и напоминает ее. В электрическом звонке простая регулировка тембра звучания невозможна, а в электронном его можно изменять по своему усмотрению.

Схема электронного звонка приведена на рис. 15-2.

Прежде чем приступать к сборке звонка, следует ознакомиться с работой блокинг-генератора, являющегося его основной частью Укажем, что частота блокинг-генераторов не пропорциональна, как в генераторах обычного типа, емкости *C* и индуктивности *L* резонансного контура — она обратно пропорциональна емкости конденсатора *C* и сопротивлению резистора *R*, включенных в цепи базы транзистора. Собственно генераторная схема (за вычетом элементов схемы

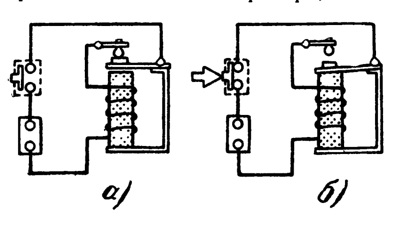


Рис. 15-1. Принцип работы электрического звонка.

а — кнопка не нажата; *б* — кнопка нажата.

рис. 15-2, не имеющих отношения к генерации частоты) представлена на рис. 15-3, *а*. Если в этой схеме генерация не возникает тотчас же, на базу транзистора с помощью резистора R_1 следует подать небольшое отрицательное напряжение (около 0,1 *в*). После начала генерации на вторичной обмотке трансформатора, через первичную обмотку которого проходит коллекторный ток, наводится напряжение, создающее в цепи базы ток, направление которого показано на рис. 15-3, *б*. Этот ток заряжает конденсатор *С*, причем «плюс» напряжения на заряженном конденсаторе оказывается при-

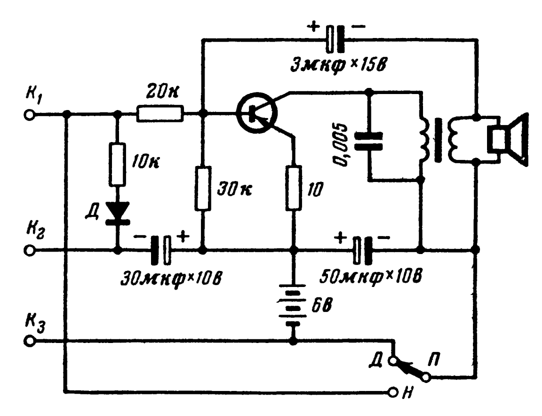


Рис. 15-2. Принципиальная схема электронного звонка.

ложенным к базе транзистора, которая в обычном состоянии (рис. 15-3, *а*) находится под отрицательным потенциалом. Поэтому транзистор запирается и генерация в схеме прекращается.

После прекращения генерации конденсатор *С* начинает разряжаться через резистор *R* по цепи, показанной на рис. 15-3, *б*. По окончании разряда база вновь приобретает отрицательный потенциал, транзистор отпирается и схема начинает генерировать колебания, в результате чего конденсатор опять начинает заряжаться и генерация срывается. После этого конденсатор разряжается и гене-

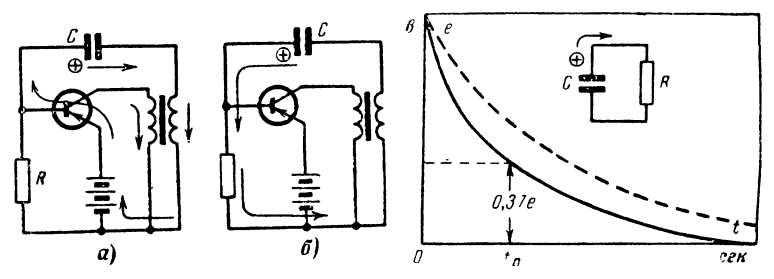


Рис. 15.3. Принцип работы блокинг-генератора.
а — заряд конденсатора; *б* — разряд конденсатора.

Рис. 15-4. Характеристика разряда конденсатора.

рация начинается снова и т. д. Таким образом, в режиме генерации коллекторный ток проходит через схему, а в режиме срыва колебаний — не проходит. Подключив к данной схеме громкоговоритель, с его помощью можно прослушивать частоту перехода схемы из режима в режим (т. е. частоту возникновения и срыва генерации).

Процесс разряда заряженного конденсатора через резистор иллюстрируется с помощью графика на рис. 15-4. Время, необходимое для того, чтобы конденсатор полностью разрядился, пропорционально произведению емкости конденсатора C и сопротивления резистора R. Скорость разряда принято характеризовать временем, в течение которого напряжение на конденсаторе снижается приблизительно до 37% своего начального значения. Это время обозначается через τ (*сек*) и выражается произведением C (*ф*) на R (*ом*). Поэтому, если R велико, то разряд будет также длиться дольше, как, например, показано на графиках рис. 15-4 пунктирной кривой. Следовательно, частота блокинг-генератора обратно пропорциональна произведению C и R. Если величина C остается постоянной, то с ростом R частота блокинг-генератора понижается.

НАЗНАЧЕНИЕ И РАБОТА СИГНАЛИЗАТОРА

Рассматриваемый здесь электронный сигнализатор может быть использован как звонок, индикатор поступления почтовой корреспонденции или индикатор заполнения ванны. Это его основные применения. Однако он может быть использован и для обучения азбуке Морзе, а также как индикатор, позволяющий, не выходя из комнаты, определить, идет или нет на улице дождь и т. п.

При практическом использовании сигнализатора к его внешним зажимам подключаются три группы контактов согласно рис. 15-5, и переключатель рода работы *П* переводится в положение *Д*. При нажатии кнопки, включенной между зажимами K_1 и K_3, сигнализатор работает как обычный звонок. При этом через резистор 20 *ком* отрицательное напряжение прикладывается к базе транзистора, воз-

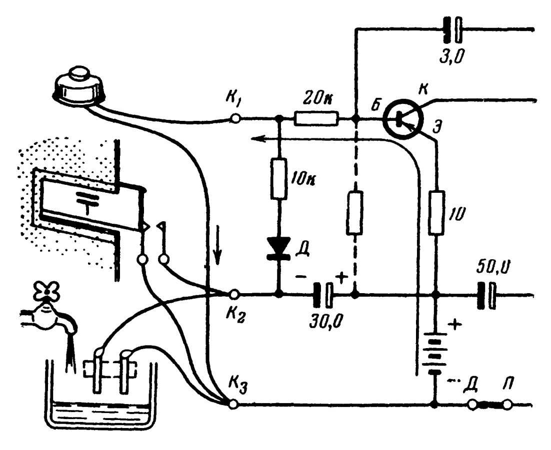


Рис. 15-5. Пользование сигнализатором.

буждая генератор. Частота генерации в данном случае обратно пропорциональна произведению емкости 3 *мкф* и сопротивлению резистора 20 *ком.*

Для сигнализации о приходе почтовой корреспонденции на почтовом ящике устанавливаются специальные контакты. замыкающиеся, когда эта крышка открывается. Контакты присоединены к зажимам K_2—K_3 схемы сигнализатора. При замыкании контактов на базу транзистора через диод и резисторы 10 и 20 *ком* подается отрицательное напряжение, возбуждающее генератор. Частота генерации в этом случае несколько ниже, чем при использовании сигнализатора в качестве звонка, так что по тону сигнала легко судить

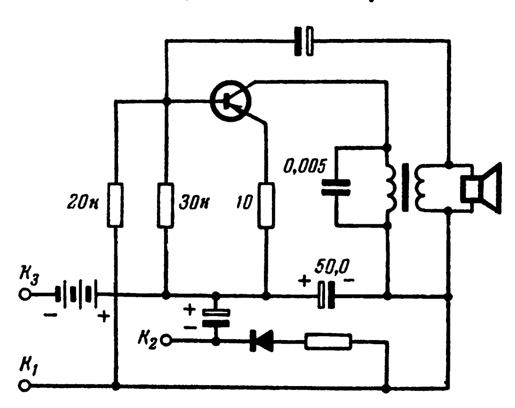


Рис. 15-6. Упрощенная схема при переводе переключателя в положение Н.

о том, по каким причинам он срабатывает. Кроме того, следует учитывать, что к зажиму K_2 подключен конденсатор 30 *мкф*, который начинает заряжаться даже при неплотном смыкании контактов, и генерация колебаний происходит вплоть до его полного разряда. Тотчас же по окончании разряда наблюдается понижение частоты генерации, что также служит верным признаком того, что в данном случае устройство сигнализирует о поступлении письма или газеты.

Диод предназначен для того, чтобы при нажатии кнопки не происходило заряда конденсатора емкостью 30 *мкф*.

К зажимам K_2 и K_3 подключаются также электроды, с помощью которых осуществляется сигнализация о заполнении ванны. В рабочем положении данные электроды должны быть закреплены на краю ванны на соответствующей высоте. В этом режиме общее сопротивление в цепи базы слагается из сопротивления диода (около 1 *ком*), сопротивлений двух резисторов (10 и 20 *ком*) и, кроме того, сопротивления воды (10—50 *ком*), так что частота генерации в рассматриваемом случае наиболее низкая.

Если письмо опускается в ящик одновременно с нажатием кнопки звонка, то частота звукового сигнала будет определяться цепью с более низким сопротивлением, т. е. той, которая замыкается при нажатии кнопки. Однако после того, как кнопка будет отпущена, начнет заряжаться конденсатор емкостью 30 *мкф*, и частота

генерации понизится, сигнализируя о том, что в почтовом ящике находится письмо. При заполнении ванны генератор совершает колебания на самой низкой частоте, что также позволяет безошибочно определить причину срабатывания сигнализатора.

В связи с тем, что в рассматриваемой схеме выключатель в цепи коллектора отсутствует, в дежурном режиме (т. е. тогда, когда генератор не работает) через нее проходит небольшой ток. Для уменьшения этого тока между базой транзистора и положительным полюсом батареи (эмиттером) включен дополнительный резистор. Однако даже при наличии ограничительного резистора в этой цепи все же проходит небольшой ток (5—20 *мка*). Полного прекращения тока можно добиться, переведя переключатель рода работы в положение *Н* (рис. 16-6). При таком положении переключателя сигнализатор работает только как звонок и не может быть использован для сигнализации о приходе корреспонденции или заполнении ванны. Поэтому переключатель целесообразно переводить в это положение тогда, когда потребности в подобной сигнализации нет (например, ночью). Поскольку выключать питание не требуется, отдельный выключатель питания в схеме не предусмотрен.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Электронный сигнализатор собирается в корпусе размерами 75×100×50 *мм*. Внутри него установлен громкоговоритель диаметром 6,5 *см*, однако при необходимости лучшего воспроизведения низких частот можно использовать корпус несколько больших размеров, позволяющий установить в нем громкоговоритель диаметром 9—10 *см*.

Транзистор. В сигнализаторе использован транзистор типа 2SB-56. Однако в нем можно применить мощные транзисторы и других типов, коллекторный ток которых превышает 100 *ма*.

Диод. В данном случае можно использовать детекторные германиевые диоды любого типа. Однако их обратное сопротивление должно быть по возможности большим (более 1 *Мом* при измерении омметром с трехвольтовой батареей). Если сопротивление диода окажется слишком низким, то сигналы о приходе посетителей и о поступлении почты практически не будут различаться по частоте.

Трансформатор. В схеме желательно использовать трансформатор с сопротивлением первичной обмотки 100 *ом*. Однако размеры таких трансформаторов сравнительно велики, ввиду чего в сигнализаторе был применен трансформатор с сопротивлением первичной обмотки 200 *ом*. При использовании трансформатора с сопротивлением обмотки порядка 100 *ом* громкость выходного сигнала повышается.

В схемах блокинг-генераторов нередко используется трансформатор, первичная обмотка которого имеет средний вывод (рис. 15-7, *а*). В схеме, которая показана на этом рисунке, в цепь базы включается часть обмотки от среднего до нижнего, а в цепь коллектора — часть обмотки от среднего до ее верхнего вывода. Монтаж схемы необходимо вести весьма тщательно, без ошибок — в противном случае генератор просто не заработает. Слишком высокое напряжение на ее входе, т. е. на базе транзистора, нежелательно. Во многих случаях генерация в схеме может начаться даже при отсутствии на базе постоянного напряжения. Если в цепи базы

находится выключатель или выключатели, что имеет место, например, в данном сигнализаторе, генератор может возбудиться через сопротивление изоляции между контактами выключателя, имеющее величину порядка нескольких десятков мегом. В генераторах с высокой крутизной фронта генерируемого сигнала (например, электронном метрономе) такое возбуждение, к сожалению, неизбежно. Однако в тех случаях, когда к форме сигнала не предъявляется сколько-нибудь серьезных требований, низкое напряжение на базу целесообразнее подавать со вторичной обмотки, как показано на рис. 15-7, *б*.

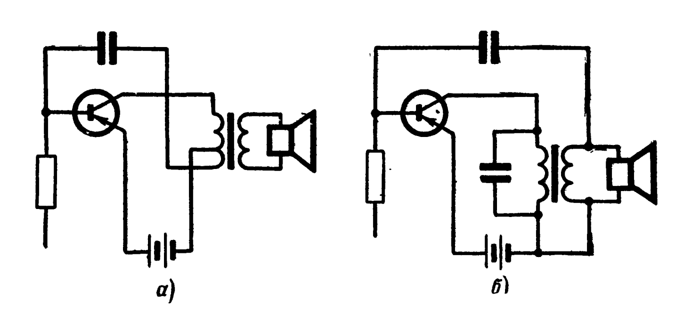


Рис. 15-7. Варианты генераторных схем.
а — типовая схема; *б* — применяемая схема.

При тех же размерах трансформатора первичную обмотку можно наматывать более толстым проводом, что несколько повышает к. п. д. трансформатора.

Громкоговоритель. В сигнализаторе был использован громкоговоритель диаметром 6,5 *см*, удобно размещающийся в корпусе выбранных размеров. Однако в сигнализаторе можно также применить громкоговоритель с большим или меньшим диаметром. Единственное предъявляемое к громкоговорителю требование состоит в том, чтобы сопротивление его катушки составляло 8 *ом*.

Батарея. Поскольку время разового использования сигнализатора составляет несколько секунд, в качестве источника питания в нем можно было бы применить малогабаритную батарею, однако ввиду ее неэкономичности в нем используется обычная батарея напряжением 6 *в*. Кроме того, в качестве источника питания можно использовать четыре последовательно соединенных элемента напряжением 1,5 *в*. Добавив к ним еще два элемента, можно получить напряжение 9 *в*. В этом случае громкость звучания сигнализатора становится довольно большой. При этом, однако, резистор 10 *ом* в цепи эмиттера следует заменить резистором 20 *ом*.

Переключатель. Переключатель режима работы («ночь» — «день») — любого типа. Ввиду того, что для ползункового переключателя необходимо вырезать прямоугольное отверстие, в сигнализаторе лучше использовать малогабаритный тумблер.

Перечень остальных деталей — резисторов, конденсаторов и т п. — приведен в таблице.

Необходимые детали

Транзистор 2SB-56	1
Диод SD-46	1
Трансформатор ST-41	1
Резистор 0,25 *вт*, 10 *ом*	1
То же 10 *ком*	1
» » 20 *ком*	1
» » 30 *ком*	1
Конденсаторы:	
майларовый 0,005 *мкф*	1
электролитический 3 *мкф*×10 *в*	1
» 30 *мкф*×10 *в*	1
» 50 *мкф*× 10 *в*	1
Громкоговоритель 6,5 *см*; 8 *ом*	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Корпус	1
Переключатель малогабаритный (щелчкового типа)	1
Гнезда малогабаритные, текстолитовая плата, заклепки и т. п.	
Дополнительные принадлежности:	
кнопка	1
выключатель малогабаритный	1
плата для установки электродов	1

СБОРКА СИГНАЛИЗАТОРА

Размеры платы составляют 40×96 *мм*, хотя, если это позволяют габариты громкоговорителя, ее можно сделать несколько больше. Однако практика показывает, что ширина платы 40 *мм* является вполне достаточной. Длина платы, равная 96 *мм*, соответствует расстоянию между боковыми стенками корпуса. В связи с тем, что помимо платы в корпусе размещается еще и батарея, монтаж деталей ведется не на всей поверхности платы — ее правая часть должна оставаться свободной. Таким образом, эффективные размеры платы составляют только 40×60 *мм*. Так как число деталей в схеме невелико, их размещение на плате и монтаж не вызывают особых трудностей.

Отверстия, через которые проходят выводы мелких деталей, имеют круглую форму и их подготовка несложна. Значительно сложнее вырезать прямоугольные отверстия для крепления трансформатора. Для этого на соответствующих участках платы высверливается по 4—5 отверстий диаметром 1 *мм*, края которых обрабатываются концом хорошо заточенного ножа. Конечно, получить таким способом отверстия строго прямоугольной формы, показанной на рисунке, невозможно, однако слишком большая точность в этом случае и не требуется. Круглые отверстия в нижней части платы, служащие для установки вспомогательных контактов, имеют диаметр 2 *мм*.

Монтаж начинается с того, что в соответствующих отверстиях платы запрессовываются пять вспомогательных контактов — закле-

пок с лепестком. Отметим, что после того, как плата будет вставлена в корпус, эти контакты должны оказаться с той ее стороны, которая обращена к задней стенке.

Далее на плате устанавливаются еще четыре заклепки и монтируется трансформатор. У трансформатора, который использован в сигнализаторе, обе обмотки — и первичная и вторичная — имеют по три вывода. Трансформатор устанавливается на плате так, чтобы его первичная обмотка была обращена в сторону транзистора. Средний вывод первичной обмотки в схеме не используется — его следует подрезать и загнуть так, чтобы он не соприкасался с другими деталями. То же самое необходимо сделать и со средним выводом вторичной обмотки.

Вывод базы транзистора припаивается к заклепке совместно с выводами трех других деталей, поэтому при пайке во избежание перегрева транзистора этот вывод следует придерживать массивным пинцетом. Если монтаж схемы ведется без применения вспомогательных контактов, выводы конденсатора 3 *мкф*, а также эмиттерный и коллекторный выводы транзистора пропускаются на обратную сторону платы.

Обойму трансформатора можно не соединять с общим проводом. В этом случае выводы деталей, соединявшихся ранее с обоймой, необходимо припаивать к расположенной около трансформатора заклепке с лепестком.

Между проводниками на обратной стороне платы имеется одно пересечение. Однако ввиду того, что выводы трансформатора покрыты изоляцией, замыкания между ними произойти не может. Если же общий провод проложен в обход выводов трансформатора, то пересечений проводников можно избежать вообще.

НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА СИГНАЛИЗАТОРА

Убедившись, что монтаж сигнализатора выполнен правильно, можно приступать к его наладке. Для этого к соответствующим контактам платы следует, как показано на рис. 15-8, присоединить громкоговоритель, колодку питания и так называемый контрольный провод (проводник в изоляции). Если, подключив батарею, коснуться контакта *С* платы концом контрольного провода, то блокинг-генератор должен заработать и в громкоговорителе послышится характерный свист. Если частота сигнала слишком велика, резистор 20 *ком* следует заменить резистором 25—50 *ком* Если же эта частота, напротив, слишком мала, емкость конденсатора 3 *мкф* необходимо уменьшить до 1—2 *мкф*. Следует иметь в виду, что сопротивление резистора в цепи базы не должно быть меньше 20 *ком*.

При отключении контрольного провода от контакта *С* генерация должна прекратиться. Если же она, тем не менее, продолжается, то это означает, что обратное сопротивление диода мало. В этом случае выводы диода надлежит поменять местами.

Теперь присоединим контрольный провод к контакту *В*. После этого схема должна в течение нескольких секунд генерировать на частоте, более низкой, чем при подключении провода к контакту *С*. Если же генерация происходит приблизительно на той же частоте, что и в предыдущем случае, резистор 10 *ком* следует заменить резистором 25—50 *ком*. Если длительность сигнала невелика, это означает, что емкость конденсатора 30 *мкф* следует увеличить, если

же генерация, напротив, продолжается слишком долго, эту емкость необходимо уменьшить.

При наладке сигнализатора возможен и такой случай, когда контрольный провод не подключен ни к одному из контактов, а в громкоговорителе тем не менее прослушивается характерный звук — капанье. Это вызвано тем, что на базу транзистора подается избыточное напряжение (см. рис. 15-7), в результате чего транзистор, обладающий довольно высоким коэффициентом усиления по току, начинает выходить из заданного режима. В этом случае необходимо заменить или резистор 30 *ком* (на 10—20 *ком*), или конденсатор 0,005 *мкф* (на 0,01—0,1 *мкф*). При более высокой температуре окру-

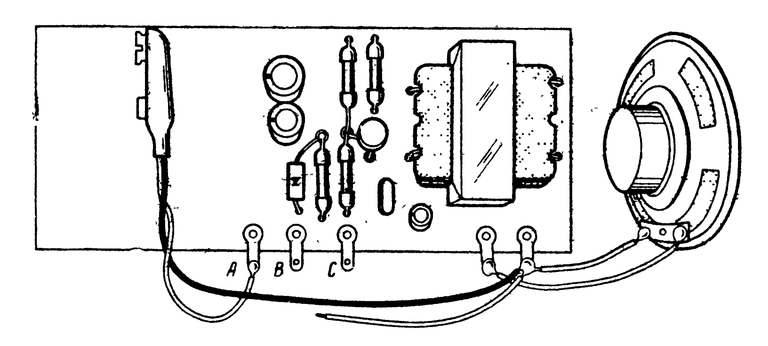


Рис. 15-8. Схема соединений при проверке аппаратуры.

жающей среды генератор работает более стабильно, чем при низкой. После замены резистора 30 *ком* и конденсатора 0,005 *мкф* частота генерации несколько изменится, что в некоторых случаях делает необходимой его повторную настройку.

Теперь, установив выключатель и гнезда в заранее подготовленные отверстия в стенках корпуса, в нем можно закрепить и монтажную плату (рис. 15-9). Лепестки заклепок платы отгибаются вверх так, что в ее рабочем положении они будут направлены вниз. Для лучшего понимания монтажа размещенные на плате детали на рисунке не показаны.

ПОЛЬЗОВАНИЕ СИГНАЛИЗАТОРОМ

В качестве контактов, замыкающих цепь генератора при поступлении почтовой корреспонденции, целесообразно использовать контакты какого-либо малогабаритного выключателя. Когда крышка почтового ящика открывается, эти контакты должны замыкаться. В связи с тем, что малогабаритные выключатели в большинстве своем представляют выключатели пружинного типа, их следует устанавливать так, чтобы при закрытой крышке ящика кнопка оказывалась нажатой, а при открытой — пружина возвращалась бы в исходное положение и замыкала электрическую цепь.

Для сигнализации о заполнении ванны необходимо использовать текстолитовую пластину, на которой закреплены два металлических стержня или же два отдельных металлических пробника. Вопрос о том, присоединены ли провода, идущие от этих стержней, к контактам K_2 и K_3 постоянно или же их можно отключать, роли не играет.

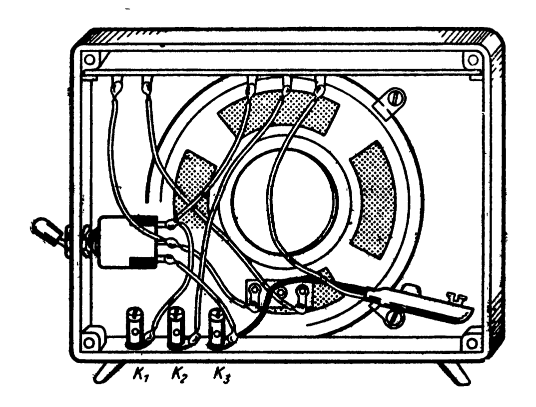


Рис. 15-9. Размещение узлов и деталей в корпусе.

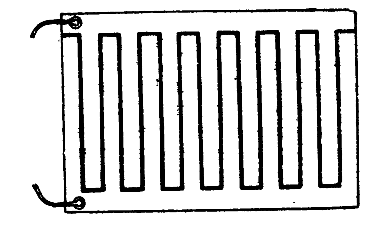


Рис. 15-10. Индикаторная плата, подключаемая на вход звонка при использовании его в качестве сигнализатора о дожде.

Для того чтобы данное устройство можно было использовать для сигнализации о дожде, необходимо дополнительно изготовить изображенную на рис. 15-10 индикаторную плату, которая устанавливается под открытым небом и электрически соединяется с контактами K_2 и K_3. Эта плата представляет собой текстолитовое основание с размерами, указанными на рис. 15—10, на котором наклеена тонкая алюминиевая пластина. В пластине остро отточенным ножом прорезается канавка, форма которой показана на том же рисунке.

Глава шестнадцатая

РЕЛЕ НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ ДЛЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЛАМПОЧЕК

ПРИНЦИП РАБОТЫ РЕЛЕ

Существует множество различных способов автоматического переключения электрических лампочек: с помощью двигателя, ротор которого, вращаясь, по очереди замыкает их контакты; с помощью биметаллической пластины, которая, изгибаясь под, действием нагревания, выполняет ту же задачу, и. т. п. Способ, излагаемый в данной главе, основан на использовании электронной схемы, состоящей из реле и транзистора.

Принцип работы этой схемы, изображенной на рис. 16-1, поясняется с помощью рис 16-2. Если замкнуть выключатель питания, как показано на рис. 16-2, *а*, то в цепи базы транзистора через резисторы 50 и 100 *ком* будет проходить ток. Собственно говоря, резистор 100 *ком* является переменным, рабочее сопротивление которого подбирается при наладке схемы, однако для простоты мы будем называть его просто резистором.

Под действием тока, проходящего в цепи базы, через коллектор также начинает идти ток, который в несколько десятков раз превышает ток базы. Ток коллектора включает реле, установленное в коллекторной цепи. Однако в начальный момент времени ток коллектора проходит через конденсатор C_2, включенный параллельно обмотке реле, и начинает идти через эту обмотку лишь после того, как конденсатор окажется полностью заряженным. Таким образом, реле срабатывает не сразу после включения питания, а лишь спустя некоторое время.

Используемое в. схеме реле имеет две группы контактов, одна из которых (*а*) при срабатывании реле разрывает цепь базы транзистора. Действительно, если реле сработало, то, как показано на рис. 16-2, *б*, батарея оказывается отключенной от базы. В этот момент начинается разряд конденсатора C_1, ток разряда которого некоторое время поддерживает ток коллектора, в результате чего реле остается включенным.

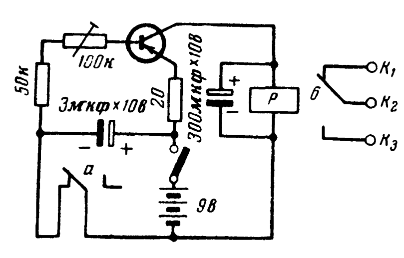


Рис. 16-1. Схема устройства автоматического переключения.

Приблизительно через 1 *сек* конденсатор C_1 практически разряжается до конца, ток в цепи коллектора прекращается и контакты реле возвращаются в исходное состояние. Пример-

но к этому же времени завершается разряд конденсатора C_2 благодаря которому время до возвращения реле в исходное состояние несколько возрастает.

Процессы, которые происходят теперь в схеме, аналогичны процессам, которые имели место в начальный момент времени. В цепи базы снова начинает проходить ток и снова включается реле. Цепь базы размыкается, ток перестает проходить, реле возвращается в исходное состояние и т. п. Скорость, с которой схема переходит из одного режима в другой, пропорциональна емкости конденсаторов C_1 и C_2 и сопротивлению резисторов в цепи базы. Поэтому, меняя величину этих параметров, частоту переключений можно менять в довольно широких пределах. В данной схеме регулировка осуществляется с помощью потенциометра, установленного в цепи базы. Поскольку у реле имеется еще одна группа контактов $K_1 — K_3$ (рис.16-1), то, присоединив к ним провода от электрических лампочек, можно автоматически переключать их с желаемой частотой.

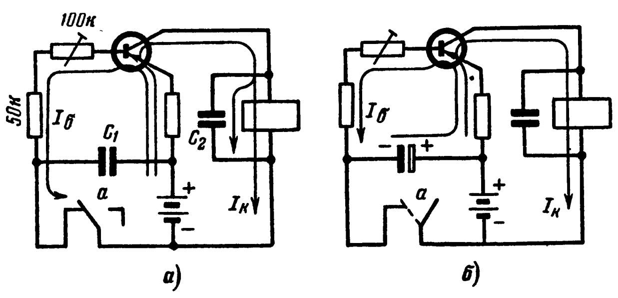


Рис. 16-2. Принцип работы схемы.
а — начальный момент; *б* — установившийся режим.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Реле смонтировано в пластмассовом корпусе, внешний вид которого показан на рис. 16-3. Если схема собирается лишь в экспериментальных целях, монтировать ее можно и на деревянной плате.

Реле. Реле — малогабаритное с сопротивлением обмотки 635 *ом*, рассчитано на ток 12 *ма*. Ввиду того, что контакты этого реле рассчитаны на пропускание тока порядка 0,1—0,2 *а*, то при необходимости переключения более мощных ламп в схеме следует использовать другое реле, с большим максимально допустимым током. Реле обязательно должно иметь две группы контактов.

Транзистор. Транзистор должен пропускать ток, приблизительно в 2 раза больший, чем рабочий ток реле (в данном случае 50 *ма*), и кроме того выдерживать напряжение, более чем в 2 раза превышающее напряжение батареи. Чем выше коэффициент усиления этого транзистора по току, тем легче регулировать время, а следовательно, и частоту переключения. Поэтому транзистор желательно приобретать с более высоким коэффициентом усиления.

Конденсаторы. Конденсаторы 3 и 300 *мкф* должны быть рассчитаны на пробивное напряжение 10 *в* (или 15 *в*). Ввиду того, что при

наладке схемы могут понадобиться конденсаторы других номиналов, целесообразно также приобрести конденсаторы емкостью 1, 5 *мкф* и т. д.

Резисторы. Резисторы сопротивлением 20 *ом* и 50 *ком.* Потенциометр (100 *ком*) с выключателем. Его диаметр может быть довольно большим и составлять 18 или 24 *мм.*

Зажимы. Для присоединения внешних проводов можно использовать три малогабаритных зажима, которые применяются, например, для подключения антенны или земли.

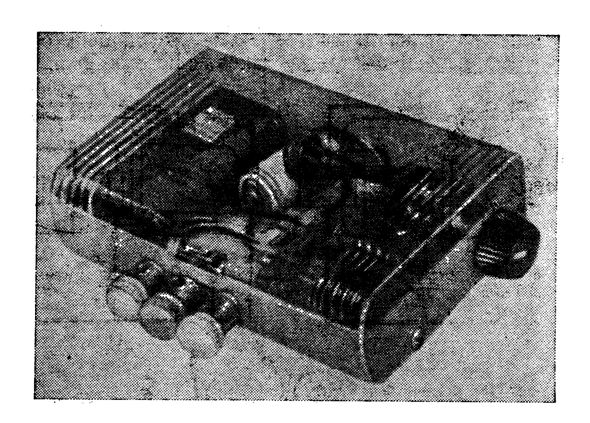


Рис. 16-3. Внешний вид устройства автоматического переключения.

Необходимые детали

Реле 635 *ом*, 12 *ма*	1
Транзистор 2SB-222	1
Конденсатор 3 *мкф*×10 *в*	1
» 300 *мкф*×10 *в*	1
Резистор 0,25 *вт*, 20 *ом*	1
То же 50 *ком*	1
Потенциометр типа B (с выключателем) 100 *ком*	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Зажимы	1
Корпус 65×90×27 *мм*	1

СБОРКА РЕЛЕ

На корпусе реле монтируют собственно реле, потенциометр и зажимы, руководствуясь монтажной схемой, изображенной на рис. 16-4. Диаметр отверстий для установки реле составляет 2,3—2,5 *мм*, для потенциометра около 8 *мм*, а для зажимов 3,2 *мм*. В связи с тем, что нарезная часть зажимов довольно велика, размещать их надо там, где они не помешают установке батареи и реле.

Обычно реле крепится к корпусу с помощью двух винтов, однако если схема собирается в неглубоком корпусе, для крепления можно использовать только один из них. Если же корпус имеет достаточную глубину, крепление реле производится обоими винтами.

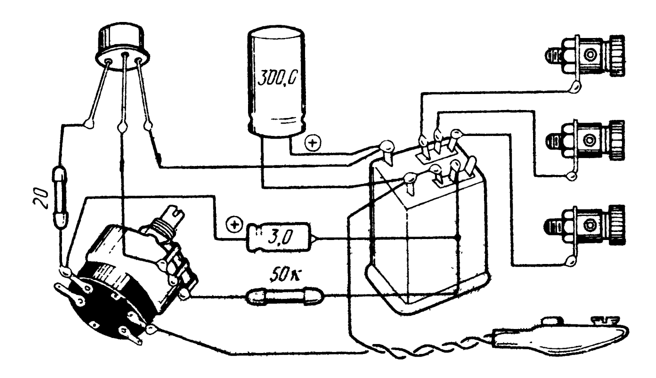


Рис. 16 4. Упрощенная монтажная схема устройства автоматического переключения.

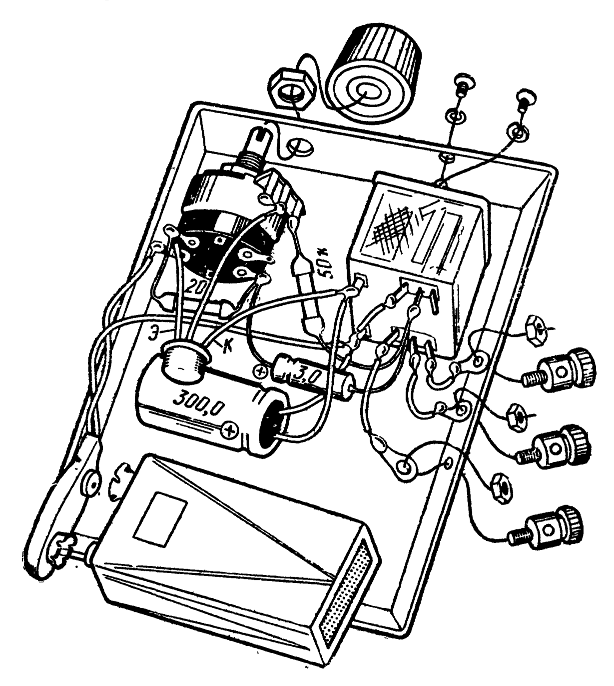


Рис. 16 5. Размещение узлов и деталей схемы в корпусе.

Расположение деталей в корпусе и соединения между ними показаны на рис. 16-5. В связи с тем, что схема устройства собирается из очень небольшого числа деталей, монтажная плата в данном случае не используется и отдельные детали соединяются друг с другом непосредственно. Хотя на рис. 16-5 некоторые детали изображены еще не закрепленными на корпусе, следует помнить, что электрический монтаж можно начинать лишь после установки зажимов и потенциометра. Если реле имеет две группы контактов, то перед тем, как устанавливать его по месту, к контактам нижней группы необходимо припаять проводники соответствующей длины, так как после окончательной установки реле доступ к этим контактам будет затруднен. На зажимы с внутренней стороны корпуса надеваются лепестки, прижимаемые сверху гайками. К этим лепесткам припаиваются соответствующие провода. На рис. 16-5 провода показаны уже припаянными к лепесткам, хотя в действительности пайка производится позднее, после установки лепестков. Поскольку применяемый в реле выключатель имеет две группы контактов, для включения питания можно использовать только одну из них; контакты же второй группы служат для установки резистора 20 *ом* и закрепления вывода эмиттера. Если выключатель имеет только одну группу контактов, этот резистор можно смонтировать на специальной плате с несколькими лепестками или же на лепестках, устанавливаемых на корпусе.

На выводы транзистора, которые не следует подрезать слишком коротко, надеваются трубочки из изолирующего материала. Выводы распаиваются так, чтобы исключить возможность их взаимного касания.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЛЕ

Поставив движок потенциометра в крайнее левое положение (выключатель в положении «выключено»), в корпус необходимо установить батарею, после чего движок потенциометра поворачивается немного вправо. Если реле после этого заработает, значит, схема собрана без ошибок. Если скорость переключения невелика, то емкость конденсатора 3 *мкф* следует уменьшить до 1 или 2 *мкф* (два параллельно включенных конденсатора по 1 *мкф*). Вообще, скорость переключения зависит от сопротивления потенциометра — при высоком сопротивлении (движок — в левом положении) она невелика и возрастает по мере его уменьшения. Однако пользоваться реле целесообразнее при возможно более высоком сопротивлении потенциометра. Время, в течение которого схема возвращается в исходное положение, несколько меньше времени включения реле. Для увеличения этого времени емкость конденсатора 300 *мкф* нужно увеличить до 500—1 000 *мкф*.

При практическом пользовании реле к его зажимам подключаются лампочки с отдельной батареей. Ввиду того, что контакты реле не рассчитаны на пропускание сильных токов, число этих лампочек не должно быть слишком большим. В данном случае достаточно использовать четыре лампочки (по две в каждой цепи). При необходимости подключения большего количества лампочек они соединяются последовательно.

Глава семнадцатая

ЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТРОНОМ, ПРИМЕНЯЕМЫЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ МУЗЫКЕ

СХЕМА МЕТРОНОМА

Метрономы, применяемые при обучении музыке, как правило, представляют собой механические устройства. Основой описываемого электронного метронома является генератор, формирующий колебания очень низкой частоты, которые воспроизводятся громкоговорителем. Изменение этих колебаний во времени, очевидно, должно происходить не плавно, а резко, скачкообразно, и потому устройством, наиболее пригодным для их создания, является блокинг-генератор.

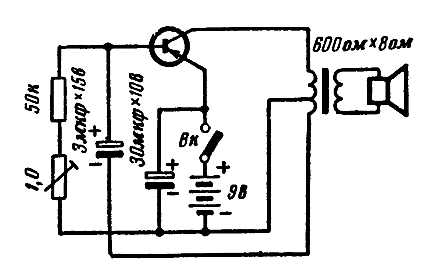


Рис. 17-1. Принципиальная схема электронного метронома.

Принципиальная схема электронного метронома, приведенная на рис. 17-1, аналогична ранее рассмотренным схемам электронного звонка и сигнализатора заполнения ванны. Темп метронома, т. е. частота генерации, задается переменным резистором сопротивлением 1 *Мом*. Поскольку частота генерации обратно пропорциональна произведению емкости конденсатора на сопротивление резистора, переменным можно было бы сделать любой из названных элементов. Однако в связи с тем, что плавная перестройка конденсатора затруднительна, частоту было решено регулировать с помощью потенциометра. Так как частота генерации очень низка, то и сопротивление резистора и емкость конденсатора имеют сравнительно большую величину. Если бы емкость конденсатора была чрезвычайно большой, а сопротивление потенциометра малым, это могло бы привести к перегрузке транзистора. Поэтому емкость конденсатора подбирается так, чтобы генерация заданной частоты происходила при сопротивлении потенциометра порядка нескольких сотен килоом. В данной схеме используется конденсатор емкостью 3 *мкф*. Для того чтобы сопротивление в цепи базы не было нулевым даже в том случае, когда ручка потенциометра находится в крайнем положении и его сопротивление равно нулю, последовательно с потенциометром включен резистор 50 *ком*.

В трансформаторе, используемом в метрономе, первичная обмотка имеет средний вывод. Один из крайних выводов этой обмотки соединен с коллектором транзистора, а другой — с его базой. При таком включении на базу подается довольно высокое напряжение, что обеспечивает резкое изменение выходного сигнала во времени.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Внешний вид электронного метронома показан на рис. 17-2. В связи с тем, что громкость сигнала на выходе метронома должна быть весьма велика, корпус и громкоговоритель следует использовать возможно больших размеров. Ввиду того, что схема метронома несложна, ее сборка не представляет никаких трудностей. Начинающий любитель может руководствоваться при сборке монтажной схемой рис. 17-3.

Транзистор. Поскольку в схеме метронома проходит довольно значительный ток, величина которого резко меняется во времени, используемый в схеме транзистор должен пропускать ток около 150 *ма*. Кроме того, поскольку напряжение генерируемого сигнала достигает приблизительно 30 *в*, допустимое напряжение на коллекторе должно быть выше этой величины. Таким требованиям удовлетворяет транзистор типа 2SB-172 (32 *в*, 125 *ма*). В том случае, когда допустимое напряжение на коллекторе меньше 30 *в*, в схеме необходимо использовать трансформатор с сопротивлением обмоток 800 и 8 *ом* или 1 200 и 8 *ом*.



Рис. 17-2. Внешний вид электронного метронома.

Трансформатор. В данном устройстве использован трансформатор с сопротивлением первичной обмотки 150 *ом*.

Громкоговоритель. Диаметр громкоговорителя определяется размерами корпуса и составляет 6—9 *см*. Сопротивление катушки 8 *ом*.

Выключатель. В метрономе использован малогабаритный шести-

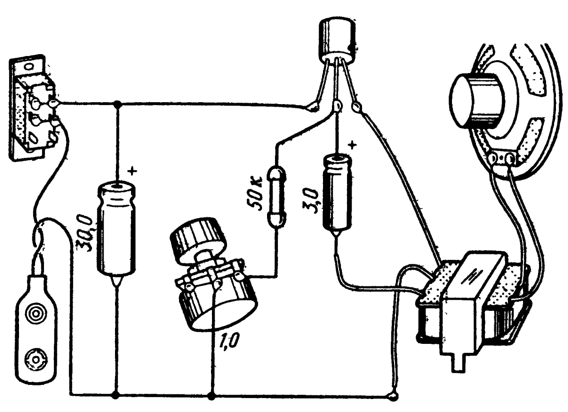


Рис. 17-3. Упрощенная монтажная схема электронного метронома.

полюсный выключатель ползункового типа. В корпусе больших размеров можно применить тумблер. Если же в схеме используется потенциометр, совмещенный с выключателем, отдельного выключателя, очевидно, не понадобится.

Батарея. Если метроном будет использоваться длительное время, в качестве источника питания можно рекомендовать шесть последовательно соединенных элементов напряжением 1,5 *в*.

Необходимые детали

Транзистор 2SB-172	1
Трансформатор ST-345	1
Резистор 0,25 *вт*, 50 *ком*	1
Потенциометр (типа В) 1 *Мом*	1
Конденсаторы электролитические 3 *мкф*×15 *в*	1
То же 30 *мкф*×10 *в*	1
Громкоговоритель 8 *ом*	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Выключатель	1
Корпус	1
Текстолитовая плата, заклепки и т. п.	1

СБОРКА МЕТРОНОМА

В связи с тем, что число деталей в схеме метронома невелико, весь монтаж выполняется на лицевой стороне платы. Помимо отверстий для крепления трансформатора и самой платы в ней просверливается несколько дополнительных отверстий, в которые запрессовываются заклепки с лепестком. После их установки на плате монтируется трансформатор. Поскольку после того, как плата смонтирована в корпусе, доступ к контактам громкоговорителя, очевидно, будет уже невозможен, идущие от них провода следует вывести еще до установки платы и припаять их с ее обратной (или лицевой) стороны к двум заклепкам так, как показано на рис. 17-4. После того, как плата (совместно с динамиком) будет закреплена в

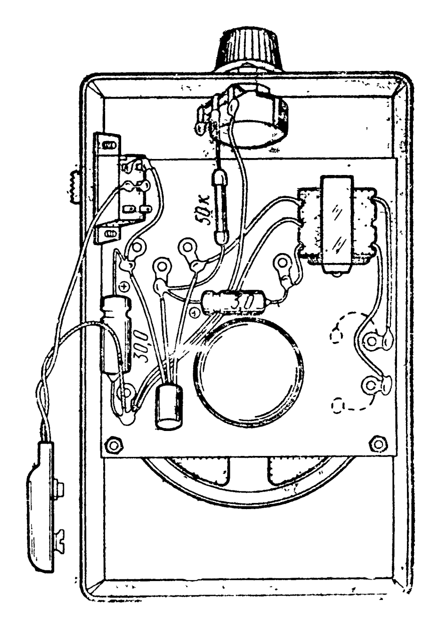


Рис. 17-4. Размещение узлов и деталей схемы в корпусе метронома.

корпусе, на его стенках устанавливаются выключатель и потенциометр. Пунктиром на рис. 17-4 показаны провода, идущие от громкоговорителя.

В трансформаторе первичная обмотка имеет три, а вторичная два вывода. Обмотка с двумя выводами (вторичная) подключается к громкоговорителю; один из крайних выводов первичной обмотки соединяется с коллектором транзистора, средний вывод — с отрицательным полюсом батареи, а второй из крайних выводов — с конденсатором 3 *мкф*. При необходимости соединения одного из выводов вторичной обмотки с базой транзистора, что требуется, например, в схеме электронного звонка или сигнализатора заполнения ванны, возможно ошибочное включение вторичной обмотки, при котором схема возбуждаться не будет. В данном же случае в состав собственно генератора входит лишь первичная обмотка трансформатора и ошибки при подключении выводов вторичной произойти не может. Далее на плате устанавливаются конденсаторы и резисторы. В схеме метронома использованы электролитические конденсаторы, поэтому их положительные и отрицательные выводы должны быть включены только так, как показано на рис. 17-4.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРОНОМОМ

После того, как к метроному подключена батарея и выключатель переведен в положение «включено», в громкоговорителе прослушивается характерный звук — капанье. Вращая ручку потенциометра и меняя таким образом частоту генерации, легко отрегулировать метроном на нужный темп. При вращении ручки в правую сторону темп ускоряется, а в левую — замедляется. Если при крайнем правом положении ручки темп окажется слишком медленным, емкость конденсатора 3 *мкф* необходимо уменьшить до 2 *мкф* (для этого можно подключить два параллельно соединенных конденсатора по 1 *мкф*). Если же при крайнем левом положении ручки темп, наоборот, слишком высок, конденсатор 3 *мкф* следует заменить конденсатором большей емкости или подключить параллельно ему конденсатор емкостью 0,5—10 *мкф*.

Глава восемнадцатая

ГЕНЕРАТОР НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ, ИЗМЕНЯЮЩИЙ ЧАСТОТУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСВЕЩЕННОСТИ

ПРИНЦИП РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА

Принципиальная схема этого генератора приведена на рис. 18-1. Как следует из этой схемы, данный генератор, как и электронный метроном, представляет собой обычный блокинг-генератор. Отличие меж-

ду ними состоит лишь в том, что в цепи базы рассматриваемого генератора включен фоторезистор, один из выводов которого соединен с потенциометром 1 *ком*.

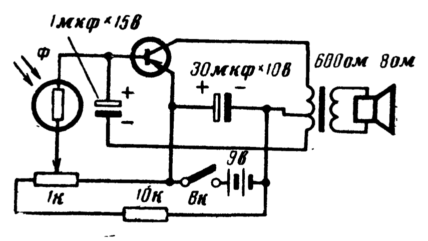


Рис. 18-1. Принципиальная схема генератора.

Фоторезистором называется элемент, сопротивление которого уменьшается с ростом его освещенности. Фоторезисторы находят широкое применение в экспонометрах фотоаппаратов, в устройствах автоматического регулирования и т. п. Их свойства зависят, в частности, от размеров освещаемой поверхности.

Пример характеристики фоторезистора приведен на рис. 18-2. Как показано на этом рисунке, при освещенности 10 *лк* (в темноте) сопротивление фоторезистора составляет 10 *ком*, а при освещенности 10 *лк* — 1 *ком*.

Поскольку данный генератор, как уже отмечалось выше, представляет собой блокинг-генератор, его частота зависит от сопротивления в цепи базы, а поскольку в этой цепи включен фоторезистор, то частота генератора будет зависеть и от освещенности. Если фоторезистор находится в темноте и освещен слабо, частота генератора будет низкой. Если же освещенность возрастает, то вместе с ней будет расти и частота. Таким образом, изменяя степень освещенности фоторезистора, можно регулировать частоту генерации, т. е. тембр сигнала. Поэтому рассматриваемый здесь генератор можно использовать в качестве своеобразного музыкального инструмента, управляемого световым лучом, или в качестве индикатора освещенности.

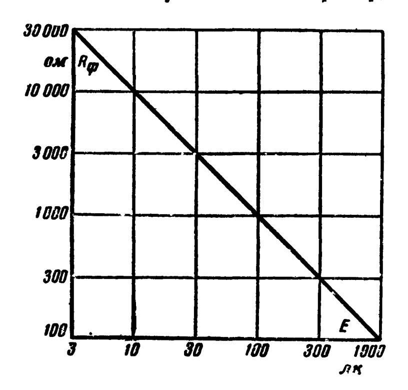


Рис. 18-2. Характеристика сульфид-кадмиевого фоторезистора.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ И СБОРКА ГЕНЕРАТОРА

Генератор монтируется в корпусе, показанном на рис. 18-3. Генератор собирается практически из тех же деталей, что и электронный метроном — их несложно подобрать, руководствуясь монтажной схемой рис. 18-4 и перечнем необходимых деталей. Требования, предъявляемые к деталям, аналогичны требованиям, предъявляемым к деталям метронома.

В связи с тем, что в корпусе выбранного типа не предусмотрено каких-либо винтов для крепления громкоговорителя, последний фиксируется в нужном положении с помощью монтажной платы. Поэто-

му ее размеры сравнительно велики, а в нижней части вырезано отверстие, в которое проходит магнит громкоговорителя. Кроме того, в плате имеется восемь отверстий для заклепок с лепестком, к которым впоследствии припаиваются выводы транзистора, трансформатора и т. п. Размещение деталей на плате показано на рис. 18-5.

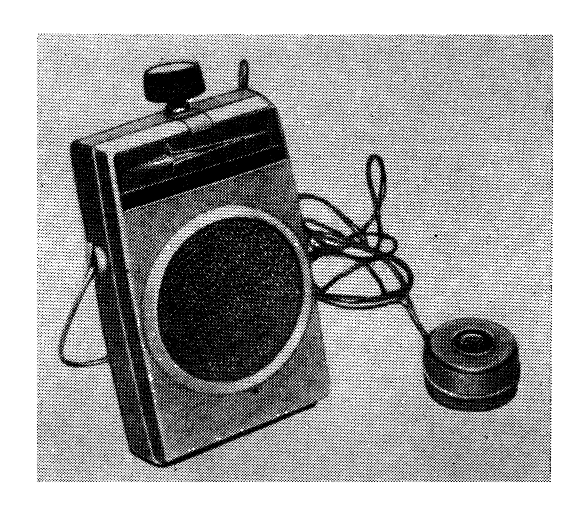


Рис. 18-3. Внешний вид генератора.

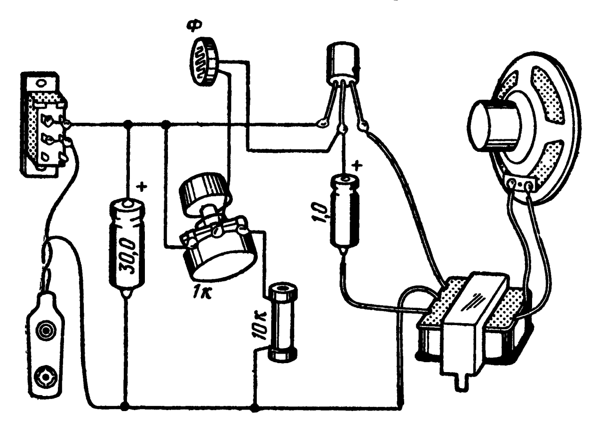


Рис. 18-4. Упрощенная монтажная схема генератора.

Необходимые детали

Транзистор 2SB-172 1
Фоторезистор диаметром 10 *мм* 1
Трансформатор ST-345 1

Резистор 0,25 *вт*, 10 *ком*	1
Потенциометр 1 *ком*	1
Конденсатор электролитический 30 *мкф*×10 *в*	1
То же 1 *мкф*×15 *в*	1
Громкоговоритель 6 *см*; 8 *ом*	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Корпус	1
Выключатель	1
Корпус фоторезистора (кнопка звонка)	1
Ручка	1
Текстолитовая плата, заклепки и т п.	1

На стенках корпуса устанавливаются выключатель и потенциометр, для которых высверливаются специальные отверстия. Если потенциометр имеет собственный выключатель, необходимость в применении отдельного выключателя питания, естественно, отпадает. После того, как отверстия в стенках корпуса просверлены, в нем устанавливают плату, а уже потом выключатель и потенциометр.

Кроме того, необходимо высверлить отверстие диаметром 4 *мм* для проводов, идущих от фоторезистора.

Электрический монтаж начинается с подключения трансформатора, а затем конденсаторов и резисторов. Последним в схему подключается транзистор. Во избежание замыкания между оголенными проводниками на них следует надеть трубочки из изолирующего материала. Выводы деталей подрезаются не слишком коротко и припаиваются к соответствующим контактам. Особое внимание следует обращать на правильность включения электролитических конденсаторов.

Фоторезистор устанавливается в корпусе кнопки электрического звонка, из которого сама кнопка предварительно вынута. Выводы фоторезистора соединяются с крепежными винтами, к которым присоединены провода, идущие к генератору. Если размеры корпуса звонка невелики и фоторезистор входит в него с трудом, крышку корпуса следует подточить. Если же корпус, наоборот, слишком велик и фоторезистор сидит в нем неплотно, его боковую поверхность надлежит обмотать полоской бумаги и только после этого приклеить к корпусу.

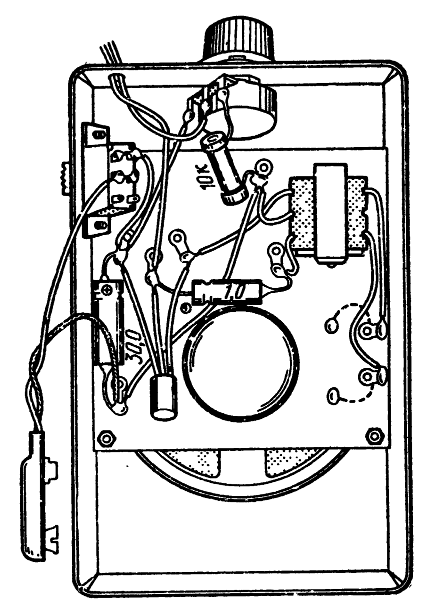


Рис. 18-5. Размещение узлов и деталей в корпусе генератора.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРОМ

Убедившись в том, что монтаж схемы выполнен без ошибок, к генератору можно подключить батарею. Правильно собранная схема заработает сразу же после подачи на нее питания. Однако следует учитывать, что в крайнем левом положении ручки потенциометра напряжение на базу транзистора не подается и возбуждения схемы соответственно не происходит. Генерация начинается лишь после того, как ручка потенциометра хотя бы чуть-чуть будет повернута в правую сторону. Чем больше угол поворота ручки, тем выше частота генерируемого сигнала. Дело в том, что конденсатор, на котором за время генерации накапливается заряд, разряжается с тем большей скоростью, чем меньше сопротивление в цепи разряда. Однако если в цепи действует напряжение, обратное по знаку напряжению заряда, то напряжение на базе будет возвращаться к исходному состоянию еще быстрее. Поэтому, чем выше это напряжение, тем выше будет и частота генерации. Тем не менее, прикладывать слишком большое напряжение недопустимо, так как это может привести к выходу транзистора из строя. Во избежание порчи транзистора последовательно с потенциометром включен резистор сопротивлением 10 *ком*.

Поскольку потенциометр является основным регулирующим частоту элементом, расположение его на корпусе должно быть достаточно удобным.

Теперь, заслонив фоторезистор рукой от источника освещения, целесообразно убедиться в том, что в различных условиях освещения (в темноте и на свету) частота генерируемого сигнала существенно различается.

Исполнение музыкальных пьес на подобном «инструменте», видимо, окажется довольно затруднительным, однако при известной сноровке с его помощью можно добиться неплохих результатов.

Глава девятнадцатая

ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ АЗБУКЕ МОРЗЕ С ПИТАНИЕМ ЗА СЧЕТ ЭНЕРГИИ ПРИНИМАЕМЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

ПРИНЦИП РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА

Приведенная на рис. 19-1, *а* схема низкочастотного генератора для обучения азбуке Морзе аналогична схеме электронного звонка, которая уже была рассмотрена ранее, и ее сборка и наладка не представляют особых трудностей. Однако в связи с тем, что на слух особенно хорошо воспринимаются частоты порядка сотен герц, емкость конденсатора в цепи обратной связи в данном случае несколько уменьшена. Для подключения телефона служит трансформатор с сопротивлением первичной и вторичной обмоток 10 и 1 *ком* соответственно;

напряжение батареи составляет 1,5—3 *в*. Телефон малогабаритный, кристаллического типа. Этот телефон, как показано на рис. 19-1, *б*, подключен во вторичную обмотку трансформатора, т. е. в цепь базы, хотя напряжение на концах его первичной обмотки, очевидно, значительно выше.

Генератор, схема которого приведена на рис 19-1, *б*, работоспособен при напряжении питания, равном всего лишь 0,3 *в*. Поэтому в качестве его источника питания целесообразно использовать энергию радиоволн, для приема которых необходимо собрать простейший колебательный контур. Построение такого генератора, однако, следует

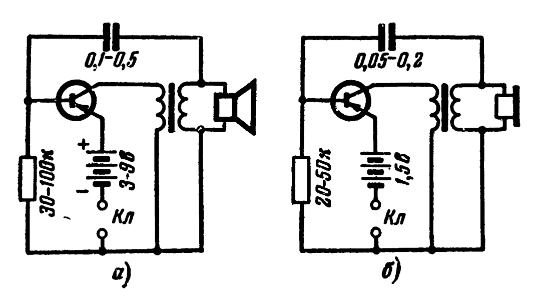


Рис. 19-1. Принципиальные схемы низкочастотных генераторов.

а — с выходом на громкоговоритель; *б* — с выходом на телефон.

рекомендовать лишь любителям, проживающим поблизости от мощных радиостанций. Полная схема генератора приведена на рис. 19-2. Высокочастотные колебания, улавливаемые антенной, поступают в резонансный контур и детектируются в нем с помощью германиевого диода, превращаясь в колебания звуковой частоты.

Рассмотренная до сих пор часть схемы аналогична схеме детекторного приемника. В этом можно убедиться, подключив к ней телефон, что позволит прослушивать сигналы передающих станций. Однако вместо телефона с ней соединен накопительный конденсатор 10 *мкф*, заряжаемый током звуковой частоты.

Схема собственно генератора напоминает схему рис. 19-1, *б*, за исключением того, что в ней применен иной способ подачи питания. В данной схеме ток коллектора определяется положением телеграфного ключа, параллельно с которым включен резистор сопротивлением 5 *ком*, препятствующий самовозбуждению схемы. Последовательно с этим резистором включена вторичная обмотка трансформатора. Конденсатор 1 *мкф* выполняет функции конденсатора связи в цепи базы.

Экспериментальный вариант генератора был смонтирован в ма-

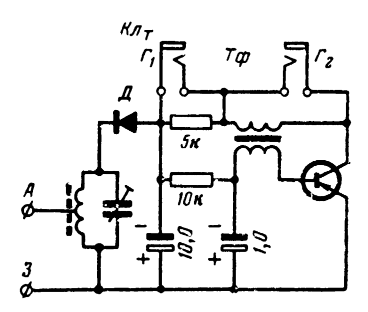


Рис. 19 2. Принципиальная схема генератора с питанием за счет энергии радиосигналов.

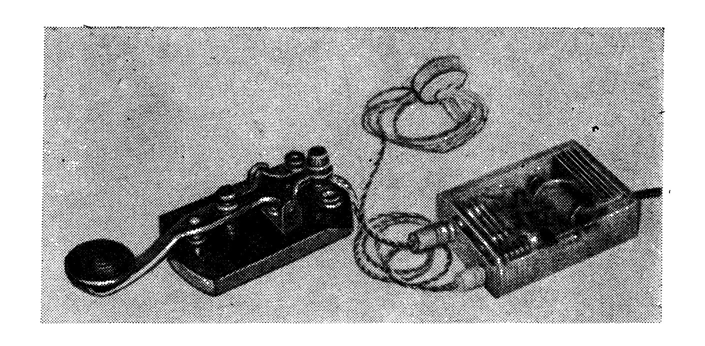


Рис. 19-3. Монтажная плата и корпус генератора.

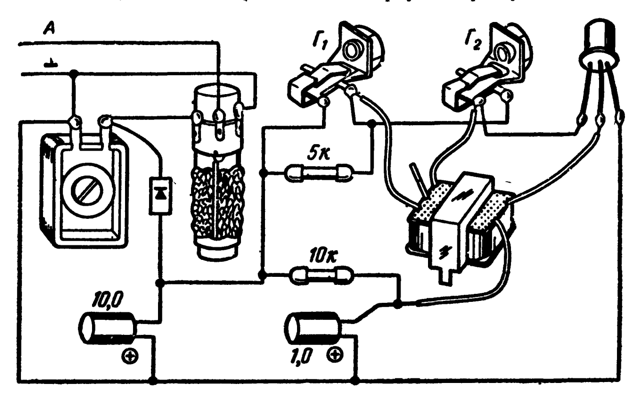


Рис. 19-4. Упрощенная монтажная схема.

логабаритном пластмассовом корпусе, показанном на рис. 19-3. Однако если сборка генератора производится лишь для того, чтобы убедиться, что питание за счет энергии радиоволн в принципе возможно, то применение корпуса необязательно. Монтажная схема генератора приведена на рис. 19-4.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Катушка индуктивности. Поскольку генератор собирается в корпусе небольших размеров, в качестве катушки индуктивности используется обмотка малогабаритной магнитной антенны. Если генератор монтируется лишь в порядке эксперимента, в нем можно применить индуктивности более крупных размеров, используемые, например, в ламповых приемниках.

Полупеременный конденсатор. В связи с тем, что настраивать генератор всякий раз, когда в его применении возникает необходимость, не нужно, в данном случае для настройки целесообразно использовать полупеременный конденсатор. В генераторе, собираемом лишь с целью проверки возможности нового способа питания, может быть применен обычный переменный конденсатор.

В качестве полупеременного используется так называемый сопрягающий конденсатор, применяемый в ламповых супергетеродинных приемниках. Максимальная емкость полупеременного конденсатора 600 *пф*.

Транзистор. В схеме можно использовать транзистор любого типа. Однако коэффициент его усиления по току должен быть по возможности больше.

Трансформатор. В генераторе может быть применен практически любой из трансформаторов, пригодных для работы в транзисторных радиоприемниках. При выборе трансформатора, однако, следует учитывать, что если напряжение питания мало, а сопротивление его обмоток велико, условия возбуждения схемы будут затруднены. Схема легко возбуждается при использовании трансформатора с сопротивлением обмоток 1 *ком* и 8 *ом*.

Диод. Диод германиевый, любого типа. Однако его прямое сопротивление должно быть возможно более низким.

Необходимые детали

Катушка индуктивности	1
Транзистор 2SB-113	1
Трансформатор	1
Диод SD-46	1
Конденсаторы:	
полупеременный 600 *пф*	1
электролитический 1 *мкф*×3 *в*	1
» 10 *мкф*×3 *в*	1
Резисторы 0,25 *вт*, 5 *ком*	1
То же 10 *ком*	1
Телефон кристаллического типа	1
Телефонное гнездо (со штекером)	1
Ключ телеграфный	1
Корпус	1

СБОРКА ГЕНЕРАТОРА

Генератор монтируется в корпусе размерами 50×70×22 *мм*, в верхней и нижней стенках которого расположены четыре отверстия. Одно из отверстий в верхней стенке корпуса предназначено для установки полупеременного конденсатора, а через второе пропускаются антенный и общий провода. Обычно эти провода выводятся на соответствующие гнезда, однако в данном случае гнезда выступали бы над поверхностью корпуса и от их использования пришлось отказаться. Телефонные гнезда установлены на нижней стенке корпуса.

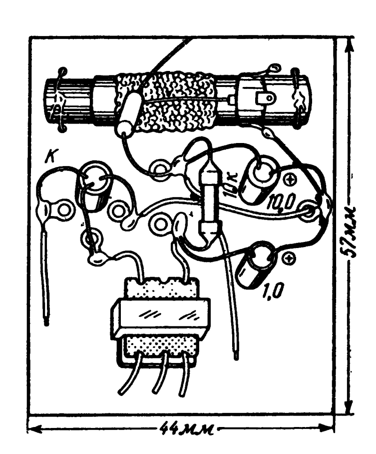


Рис. 19-5. Размеры платы и размещение на ней элементов схемы.

Ширина монтажной платы соответствует ширине корпуса, а длина несколько меньше его длины, поскольку часть его внутреннего объема занята конденсатором. Размеры платы составляют 44×57 *мм*. Ввиду того, что схема генератора собирается из очень небольшого числа элементов, весь монтаж производится с лицевой стороны платы. Помимо отверстий для закрепления магнитной антенны и трансформатора в плате необходимо также высверлить шесть отверстий для вспомогательных контактов. Магнитная антенна привязывается к плате нитками или устанавливается в держателе.

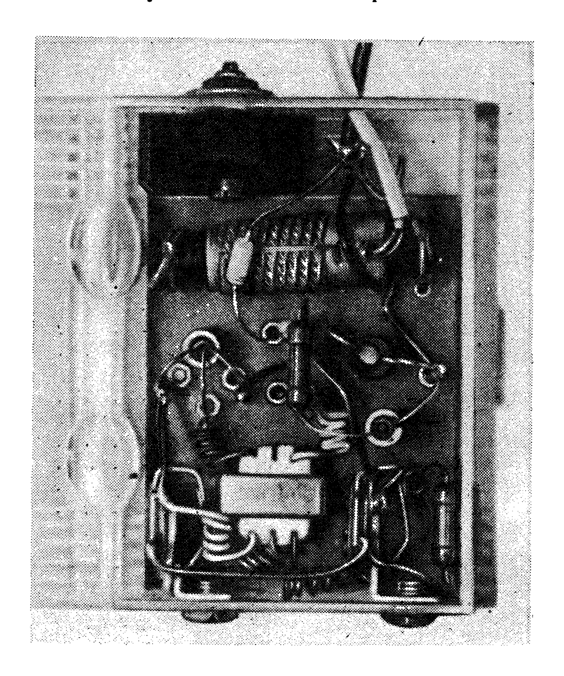


Рис. 19-6. Монтаж в корпусе генератора.

Расположение деталей на плате показано на рис. 19-5. Хотя электролитические конденсаторы и транзисторы обычно монтируются в вертикальном положении, здесь в целях лучшей компоновки схемы они установлены наклонно.

У полупеременного конденсатора следует вывернуть регулировочный винт и, разобрав конденсатор, вынуть из него несколько статорных и роторных пластин. В большинстве случаев такие конденсаторы имеют в статоре и роторе по четыре пластины — оставить в конденсаторе нужно по две из них. Если резонансный контур настраивается в высокочастотной части диапазона, в конденсаторе можно оставить по одной или одну и две пластины соответственно. После этого конденсатор устанавливают в корпусе и закрепляют в нем совместно с монтажной платой (рис. 19-6).

НАЛАДКА ГЕНЕРАТОРА

После окончания сборки схемы необходимо выяснить, настроена ли ее приемная часть на ту или иную радиостанцию. Для этого, отключив от контура конденсатор 10 *мкф* (или отпаяв один из его выводов), вместо него необходимо подключить телефон и, вращая ротор конденсатора, попытаться поймать сигнал какой-нибудь радиостанции. После этого, не меняя настройки, конденсатор 10 *мкф* снова следует подключить в схему, вставить в соответствующее гнездо штекер телефона и нажать на ручку телеграфного ключа. Если схема не возбуждается, необходимо выпаять диод, а к выводам конденсатора 10 *мкф* подключить батарею напряжением 1,5 *в* (плюсом к общему проводу).

Если схема, возбуждающаяся при питании от батареи, не генерирует при питании за счет энергии принимаемых радиоволн, это означает, что их энергии просто-напросто недостаточно. В таком случае необходимо удлинить антенну или попробовать подключить ее к «горячему» концу резонансного контура (т. е. в точке его соединения с диодом). Если увеличение высоты антенны по каким-либо соображениям недопустимо, в качестве антенны в порядке эксперимента можно использовать провода электроосветительной сети.

При неудовлетворительном тембре генерируемого сигнала можно попробовать изменять величины емкости 1 *мкф* и резистора 10 *ком*. Если генерация происходит при ненажатом ключе, это означает, что энергия принимаемого сигнала слишком велика. В этом случае нужно укоротить антенну или увеличить сопротивление резистора 5 *ком* до 10—20 *ком*.

Глава двадцатая

УНИВЕРСАЛЬНОЕ ФОТОРЕЛЕ

ПРИНЦИП РАБОТЫ ФОТОРЕЛЕ

Фотореле представляет собой устройство, определенным образом реагирующее на изменение освещенности. Существует множество различных типов фотореле; самым распространенным из них является реле, основным элементом которого служит сульфид-кадмиевый фоторезистор, регистрирующий изменение силы направленного на него света и приводящий в действие исполнительное устройство.

При слабой освещенности фоторезистор обладает весьма большим сопротивлением и ток, проходящий через него, невелик. При сильном же освещении фоторезистора его сопротивление, наоборот, понижается. Если фоторезистор (рис. 20-1) включить последовательно с обычным реле, то при сильном освещении через обмотку реле начнет проходить значительный ток и реле сработает, т. е. его подвижный контакт перейдет в положение, показанное на рис. 20-1 пунктирной линией. Если к контакту *1* подключены электрический звонок и батарея, то после перехода подвижного контакта в новое положение цепь питания звонка окажется замкнутой и он зазвонит. Если же

звонок и батарея подключены к контакту *2*, то звонок начнет звонить лишь тогда, когда вследствие уменьшения освещенности ток через реле также начнет уменьшаться. Такая схема может быть практически использована в автоматических выключателях уличного освещения. При этом цепь, в которую подключены светильники, должна замыкаться через контакт *2*.

Поскольку описанная схема находится в рабочем состоянии при освещении фоторезистора, а заставить ее работать желательно, наоборот, в том случае, когда фоторезистор не освещен, то при использовании ее для включения уличного освещения через реле в течение всего дня должен проходить ток, что явно неэкономично. В этом и состоит основная трудность построения подобных схем.

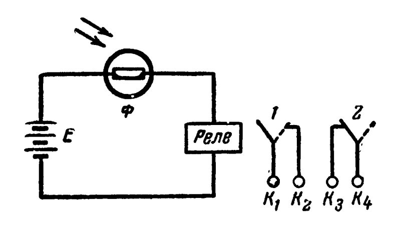


Рис. 20-1. Принцип работы фотореле.

Поэтому в данном случае необходима какая-то другая схема, реле которой срабатывало бы при уменьшении освещенности. Реализовать такую схему можно с использованием транзистора или электронной лампы.

Схема фотореле, срабатывающего при увеличении или (по желанию) при уменьшении освещенности, показана на рис. 20-2. На тот или иной режим схема переключается с помощью ключа П. Когда ключ находится в положении *Д*, схема срабатывает при сильном освещении (или возрастании освещенности), а когда ключ переводится в положение *Н*, она, напротив, срабатывает при ослаблении освещеннности.

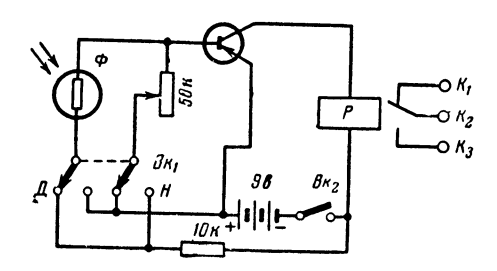


Рис. 20-2. Принципиальная схема фотореле.

Если переключатель находится в положении *Д*, схема принимает вид, показанный на рис. 20-3. При слабом освещении фоторезистор обладает большим сопротивлением, и ток, проходящий в цепи базы, незначителен. Следовательно, ток коллектора также небольшой, и реле не срабатывает. При увеличении освещенности сопротивление фоторезистора падает, а ток базы соответственно возрастает, вызывая увеличение тока коллектора, что в свою очередь приводит к срабатыванию реле (рис. 20-3, *б*). Резистор 50 *ком*, включенный между базой и эмиттером транзистора, предназначен для регулировки чувст-

вительности фотореле. В условиях нулевой освещенности (в полной темноте) сопротивление этого резистора должно быть достаточно большим, что соответствует максимальной чувствительности, при небольшой освещенности — несколько меньшим. Последовательно с фоторезистором соединен резистор 10 *ком.* Очевидно, без этого резистора фотореле обладало бы большей чувствительностью, однако его включение совершенно необходимо, так как при использовании отрегулированного на высокую чувствительность фотореле в условиях хорошей освещенности ток в цепи базы оказался бы чрезмерно большим, что создало бы опасность перегрузки транзистора.

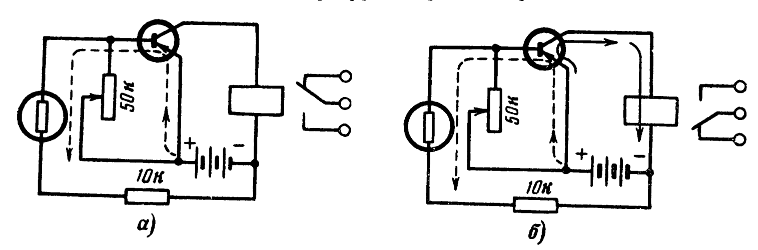


Рис. 20-3. Упрощенная схема фотореле при переводе переключателя в положение *Д*.
а — фоторезистор не освещен; *б* — фоторезистор освещен.

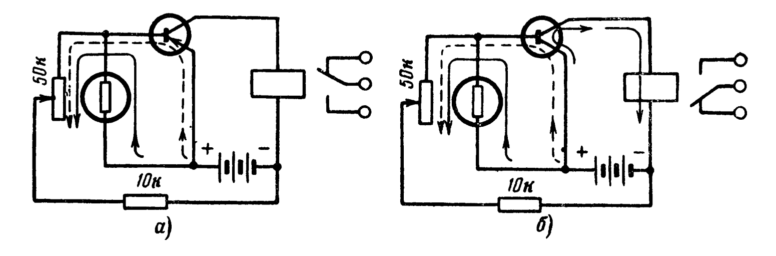


Рис. 20-4. Упрощенная схема фотореле при переводе переключателя в положение *Н*.
а — нормальное освещение; *б* — уменьшенное освещение.

Упрощенная схема фотореле для того случая, когда переключатель находится в положении *Н*, показана на рис. 20-4. Поскольку при сильном освещении фоторезистор обладает малым сопротивлением, база и эмиттер транзистора оказываются практически замкнутыми накоротко и в цепи базы проходит чрезвычайно малый ток. Реле при этом, очевидно, сработать не может. При ослаблении освещенности сопротивление фоторезистора возрастает, что, как следует из рис. 20-4, *б*, приводит к увеличению тока базы, а следовательно, и тока коллектора. Последний возрастает настолько, что реле срабатывает. В данном случае резистор 50 *ком* также служит для регулировки чувствительности.

Таким образом, рассмотренное фотореле может срабатывать и при увеличении, и при уменьшении освещенности. Его контакты могут

быть включены четырьмя различными способами. Чувствительность предлагаемого варианта фотореле превышает чувствительность исходного, показанного на рис. 20-1, в несколько десятков раз.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Данное фотореле монтируется в малогабаритном пластмассовом корпусе. Перечень и характеристики деталей, из которых собирается фотореле, приведены ниже. Отметим, что любителю, впервые собирающему такого рода конструкцию, полезно хорошо ознакомиться и с рис. 20-5.

Фоторезистор (сульфид-кадмиевый). Ввиду того, что чем больше площадь фоторезистора, тем выше проходящий через него ток,

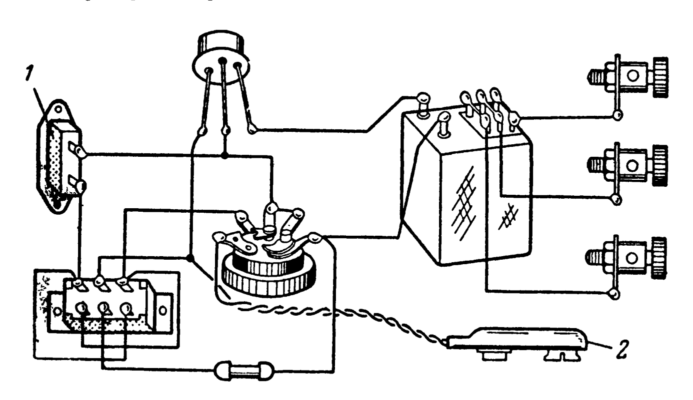


Рис. 20-5. Упрощенная монтажная схема фотореле.

1 — гнезда для подключения фоторезистора; *2* — колодка питания.

фоторезистор целесообразно использовать возможно больших размеров. В фотореле применен фоторезистор диаметром 30 *мм*, хотя в данном случае можно ограничиться фоторезистором диаметром 8—10 *мм*.

Реле. Выбор реле зависит от того, каким устройством оно должно управлять. Если, например, реле включает и выключает звонок, то ток, проходящий через его контакты, равен всего лишь 0,1—0,3 *а*; если же оно замыкает цепь электрической лампочки мощностью 100 *вт*, оно должно пропускать ток около 1 *а* (а в момент включения до 5 *а*). Мощность реле определяется числом контактов и проходящим через них током. Реле, имеющее небольшое число контактов и пропускающее не слишком высокий ток, относится к разряду маломощных.

Примененное в данном случае реле имеет две группы контактов, рассчитано на рабочий ток 12 *ма* и обладает сопротивлением 635 *ом*.

Транзистор. В схеме необходимо использовать транзистор, допустимый коллекторный ток которого по меньшей мере в 3 раза превышает рабочий ток реле. Этому условию удовлетворяет транзистор типа 2SB-222. В том случае, когда рабочий ток реле имеет величину

от нескольких сотен миллиампер до 1 *а*, вместо транзистора в схеме целесообразно применить КУВ (кремниевый управляемый вентиль — тиристор).

Батарея. Оптимальной для данной схемы является батарея с напряжением, на 1—2 *в* превышающим произведение тока реле на сопротивление его обмотки. Согласно нормам ток, пропускаемый реле, должен быть в 1,5—2 раза больше его рабочего тока. В нашем случае этот коэффициент, не делая грубой ошибки, можно положить равным 1,2. Тогда, умножив 12 · 1,2 = 14,4 *ма* и умножив еще раз полученную цифру на 635 *ом*, легко найти, что напряжение на обмотке реле составляет около 9,1 *в*. Отсюда следует, что в схеме должна быть применена батарея с напряжением 10—12 *в*. Однако поскольку размеры батареи напряжением 12 *в* достаточно велики, в схеме используется батарея на 9 *в*, длительная эксплуатация которой вследствие быстрого разряда, к сожалению, невозможна.

Переключатель. Переключатель малогабаритный, ползункового типа. Для использования в схеме фотореле более предпочтительным является переключатель, ползунок которого сжимает переключаемые контакты, а не просто скользит по ним. Можно использовать также переключатель, применяемый обычно в двухдиапазонных приемниках.

Потенциометр. Хотя в схеме можно использовать отдельный выключатель питания, для этой цели удобнее воспользоваться выключателем потенциометра, выполняющего функции регулятора чувствительности. Поэтому для работы в схеме желательно выбирать потенциометр типа В с совмещенным выключателем. Его сопротивление должно составлять 50 *ком*.

В экспериментальном варианте фотореле был использован малогабаритный потенциометр от транзисторного приемника. Однако вместо него можно применить потенциометр любого другого типа.

Гнезда фоторезистора. Гнезда для включения фоторезистора — двухполюсные, малогабаритные. Если же фоторезистор соединяется с остальной схемой непосредственно при помощи проводов, необходимость в использовании гнезд, естественно, отпадает.

Необходимые детали

Фоторезистор диаметром 10—20 *мм*	1
Реле 635 *ом*; 12 *ма*	1
Транзистор 2SB-222	1
Потенциометр типа В (с выключателем) 50 *ком*	1
Резистор 0,25 *вт*, 10 *ком*	1
Переключатель, малогабаритный шестиполюсный	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Гнезда двухполюсные для включения фоторезистора	1
Корпус	1
Зажимы однополюсные	3

СБОРКА ФОТОРЕЛЕ

Ввиду того, что число деталей в схеме фотореле невелико, весь монтаж выполняется непосредственно в корпусе. Поскольку размеры выбранного корпуса составляют 65×90×77 *мм*, все детали разме-

щаются в нем довольно свободно. Расположение деталей в корпусе показано на рис. 20-6.

В боковых стенках корпуса надо сделать отверстия для гнезд фоторезистора, переключателя и трех зажимов. Отверстия же, в которые вставляются гнезда и переключатель, имеют прямоугольную форму. Поэтому на том месте, где должны быть прорезаны эти отверстия, предварительно высверливаются 2—3 отверстия диаметром около 2,5 *мм*, края которых затем подравниваются напильником. Устанавливать потенциометр в таком положении, при котором диск, насаженный на его ручку, выступает за пределы корпуса, очевидно, нецелесообразно — это неудобно при пользовании реле. Поэтому по-

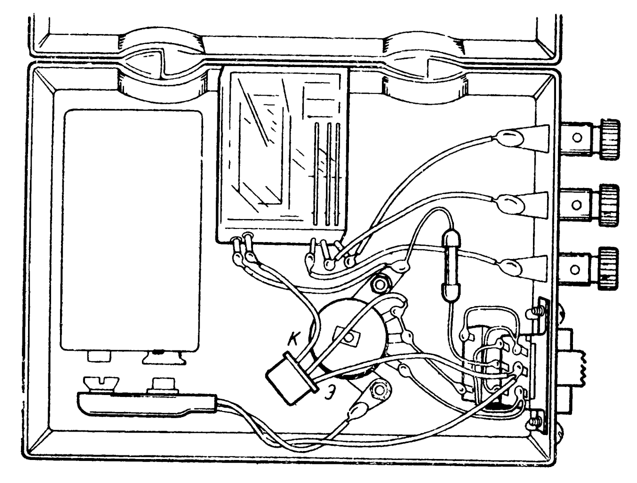


Рис. 20-6. Размещение основных узлов фотореле в корпусе.

тенциометр монтируют на дне корпуса. Ко дну корпуса потенциометр крепится с помощью двух винтов (2×10 *мм*) с потайными головками. Под верхние гайки подкладываются небольшие лепестки, к которым впоследствии припаиваются выводы соответствующих деталей. Ввиду того, что после установки переключателя на место соединять его контакты между собой весьма затруднительно, устанавливать его следует лишь после того, как соединения контактов уже выполнены.

Электрические соединения между деталями схемы понятны из рис. 20-6. На ось переменного резистора насажен диск настройки, который, однако, на рисунке не показан, чтобы не закрывать монтажа. Контакты переключателя и гнезд для подключения фоторезистора изображены так, как будто эти элементы рассматриваются со стороны задней стенки корпуса

Если выходные зажимы крепятся гайками, под них следует установить лепестки, к которым впоследствии припаиваются проводники от контактов реле. При отсутствии лепестков эти проводники можно просто завести под гайки.

Используемое в схеме реле имеет шесть контактов, объединенных в две группы. Как показано на рис. 20-5, соответствующие контакты

обеих групп можно включить параллельно, что увеличит надежность реле. Действительно, если один из его контактов почему-либо не сработает, цепь при таком включении все же окажется замкнутой.

Для возвращения контактов реле в исходное состояние, например в том случае, когда звонок непрерывно звонит, контакты одной группы должны быть соединены с выходными зажимами, а два контакта второй группы — между эмиттером и коллектором транзистора — между собой через резистор 200 *ом*. Тогда для надежного выключения реле необходимо использовать или специальную кнопку, или выключатель в цепи питания.

Транзистор устанавливается уже после того, как будут смонтированы все остальные элементы схемы. Выводы транзистора не подрезаются; во избежание соприкосновения с выводами других деталей на них следует надеть трубочки из изолирующего материала. Поскольку корпус транзистора соединен с базой, он также не должен касаться каких-либо оголенных проводников.

По окончании сборки устройства к фоторезистору подключают провода, вторые концы которых заводятся в штекеры, вставляемые в гнезда на корпусе.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОРЕЛЕ

Если реле должно срабатывать при освещении фоторезистора, его переключатель, как следует из рис. 20-7, *а*, нужно перевести в положение *Д* и подключить к выходным зажимам сигнальное устройство (например, звонок и батарею). Вставив батарею в держатель, движок потенциометра необходимо повернуть вправо и включить питание. Если освещенность в помещении достаточна высока, звонок зазвонит приблизительно при среднем положении движка.

При использовании фотореле в системе защиты от злоумышленников движок потенциометра в ночное время устанавливается приблизительно в то же положение. Звонок начнет звонить тотчас же, как на фоторезистор попадет свет переносной лампы или карманного фонаря. Однако при такой регулировке реле будет давать сигнал и с наступлением рассвета.

В указанном режиме реле может быть также использовано в системе пожарной сигнализации.

Фотореле можно применять для подавления искажений в звуковом сопровождении телевизионных передач, связанных с резким увеличением громкости. В этом случае к его контактам, как показано в верхней части рис. 20-7, *б*, необходимо подключить громкоговоритель телевизора. Само реле устанавливается при этом на корпусе телевизора. При нарастании громкости и появлении искажений фоторезистор начинает подсвечиваться специальной лампочкой. При этом реле срабатывает и громкоговоритель шунтируется, что приводит к снижению громкости. Заметим, что замыкание обмотки громкоговорителя накоротко неблагоприятно отразилось бы на режиме ламп, поэтому она замыкается на резистор сопротивлением около 1 *ом*.

Если же звук необходимо выключить совсем, громкоговоритель включается согласно схеме, представленной в нижней части рис. 20-7, *б*. При таком соединении лампы телевизора перегружены не будут. При использовании реле совместно с транзисторными телеви-

зорами включать его можно только так, как показано на этом рисунке.

Если реле должно срабатывать в том случае, когда луч света по каким-либо причинам перестает попадать на фоторезистор, освещать его, очевидно, необходимо с помощью отдельного источника света (рис. 20-7, *в*).

При использовании реле автоматического включения или выключения освещения переключатель *П* может находиться как в положении *Д*, так и в положении *Н*. Поскольку в этом случае время, в течение которого реле остается включенным, довольно велико, питать его целесообразнее от сети переменного тока.

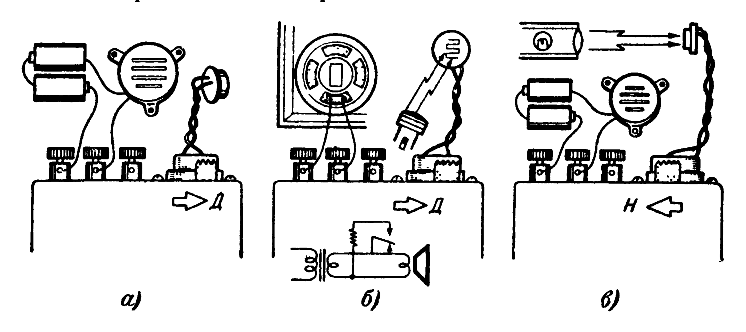


Рис. 20-7. Способы использования фотореле.

Глава двадцать первая

МОДЕЛЬ АВТОМОБИЛЯ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ СВЕТОВЫМ ЛУЧОМ

ПРИНЦИП ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОМ

Наиболее простой метод дистанционного управления предусматривает включение и выключение питания двигателя модели с помощью сигналов, посылаемых по радио или по проводам достаточной длины. В том случае, когда использование проводов недопустимо, моделью можно управлять с помощью радиоволн, света, звука и т. п. Радиосигнал, излучаемый антенной передатчика, улавливается приемником, установленным на движущемся объекте. В этом и заключается принцип дистанционного управления. В моделях, управляемых светом, имеется фотореле, срабатывающее в зависимости от того, насколько сильно освещен входящий в состав реле фоторезистор. Естественно,

дальность действия светоуправляемых моделей меньше, чем при управлении ими по радио, однако осуществить управление светом легче, чем радиоуправление, и такую модель соответственно гораздо легче построить.

В предлагаемой здесь схеме управляющее устройство устанавливается (рис. 21-1) на шасси игрушечного автомобиля. При освещении модели сзади она движется вперед, т. е. в данном случае мы имеем

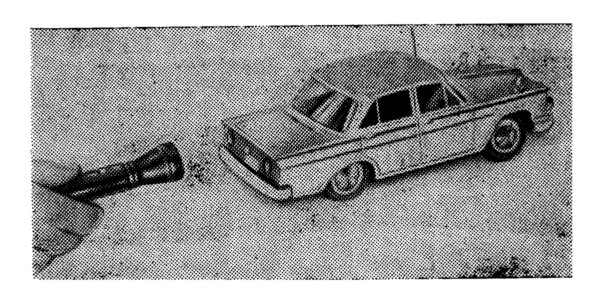


Рис. 21 1. «Подталкиваемая» световым лучом модель автомобиля.

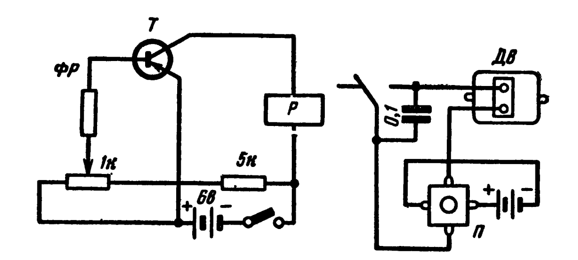


Рис. 21-2. Принципиальная схема блока управления.

дело с так называемой подталкиваемой моделью. Основным элементом схемы дистанционного управления является двигатель, начинающий работать при освещении сульфид-кадмиевого фоторезистора лучом света (рис 21-2).

Ток, пропускаемый фоторезистором, зависит от силы падающего на него света. Фоторезистор включен в цепь базы транзистора, а обмотка реле — в цепь его коллектора. Включение и выключение двигателя производится контактами реле.

В том случае, когда освещенность невелика или же свет на фоторезистор вообще не падает, проходящий через него ток, а следовательно, и ток базы транзистора невелик. Поэтому в цепи коллектора также будет проходить небольшой ток, и реле не сработает (рис. 21-3, *а*). При увеличении освещенности ток фоторезистора (рис. 21-3, *б*) возрастает, что приводит к возрастанию тока коллекто-

ра и заставляет сработать реле. Поскольку двигатель подключен к контактам реле, то сразу же после замыкания контактов он начинает работать.

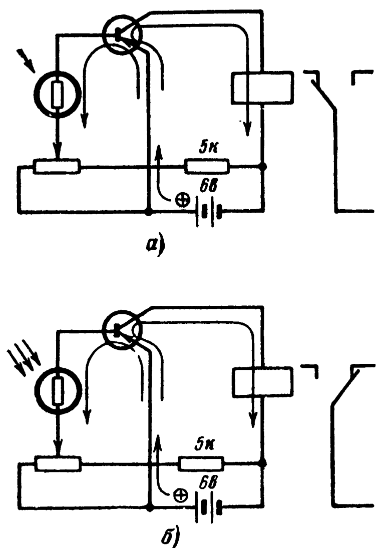


Рис. 21-3. Принцип работы схемы.

а — слабая освещенность; *б* — сильная освещенность.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Реле. Реле, управляющее двигателем, малогабаритного типа с сопротивлением обмотки 1 *ком* и рабочим током 4 *ма*. Если малогабаритное реле с указанными параметрами приобрести не удается вместо него следует использовать реле с возможно более низкими током и сопротивлением обмотки

Транзистор. Тип транзистора выбирается в зависимости от величины рабочего тока реле. Ввиду того, что рабочий ток в данном случае весьма невелик, в схеме был применен низкочастотный транзистор типа 2SB-111. Отметим, что применение обычных низкочастотных транзисторов допустимо лишь в том случае, когда рабочий ток реле не превосходит приблизительно 10 *ма*. При более высоких значениях рабочего тока реле следует использовать транзисторы, пригодные для работы в каскадах мощного усиления.

Фоторезистор. В схеме дистанционного управления использован фоторезистор в металлическом корпусе. Наиболее подходящие размеры фоторезистора 8—10 *мм*.

Потенциометр. Потенциометр должен иметь диаметр 16—24 *мм* и допускать крепление гайкой, как это делается, например, в ламповых приемниках.

Батарея. В идеальном случае напряжение батареи должно на 1—2 *в* превышать произведение рабочего тока реле на сопротивление его обмотки. Поскольку это сопротивление равно 4 *в* (4 *ма* ×1 *ком*), напряжение батареи должно составлять 4+2=6 *в*.

Перечень остальных используемых в схеме деталей — резисторов, конденсаторов и т. п. — приведен в таблице. Однако в таблице указаны только те элементы, которые применяются в блоке управления, и не учтены корпус автомобиля и двигатель. Способ подключения двигателя показан на рис. 21-2, а монтажная схема блока управления на рис. 21-4.

Необходимые детали

Транзистор 2SB-111	1
Фоторезистор	1
Реле 4 *ма*; 1 *ком*	1

Резистор 0,25 *вт*, 5 *ком*		1
Потенциометр типа В (с выключателем) 1 *ком*	.	1
Конденсатор 0,1 *мкф*		1
Сухие элементы		4
Держатели сухих элементов двухсекционные	. .	2
Ручка потенциометра		1
Заклепки, винты, монтажный провод и т. п.	. .	

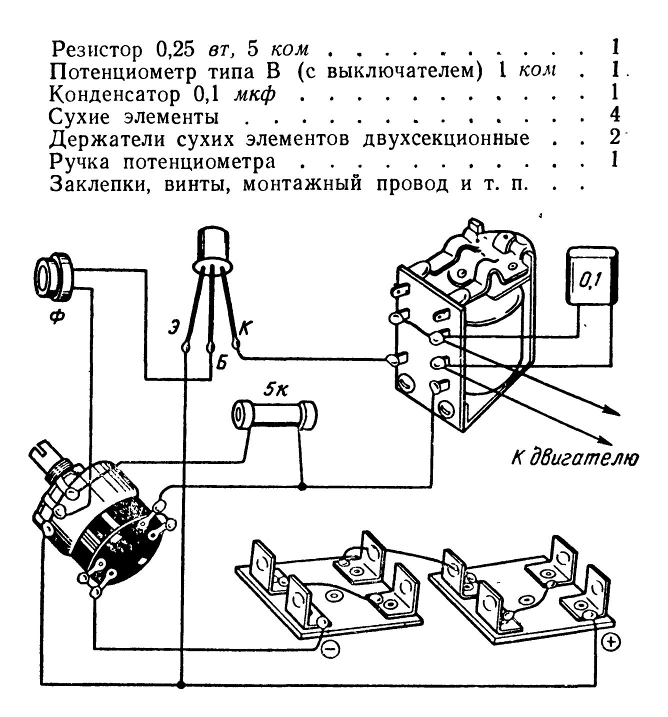


Рис. 21-4. Упрощенная монтажная схема блока управления.

СБОРКА

В передней части шасси автомобиля размещается батарея двигателя, а в задней — переключатель направления вращения двигателя (направления движения) и сам двигатель. В средней части обычно устанавливаются сиденья и руль, однако в данном случае их следует снять, освобождая место для элементов дистанционного управления. Расположение деталей на шасси и соединения между ними показаны на рис. 21-5.

Перед тем, как приступить к монтажу, в шасси автомобиля необходимо просверлить отверстия для крепления держателей сухих элементов, реле и потенциометра. Поскольку вывод базы транзистора соединяется со схемой через вспомогательный контакт, для него следует предусмотреть отверстие. Держатели сухих элементов крепятся гайками и винтами диаметром 2,3 или 2,6 *мм*.

В связи с тем, что число деталей в схеме невелико, ее монтаж сравнительно несложен. Последовательность соединения деталей особой роли не играет. Если монтаж начинается с блока питания, в нем в первую очередь необходимо последовательно соединить контакты держателей, после чего «плюс» подключается к одному из контактов потенциометра, а «минус» — к выключателю. Поскольку в рассматриваемом случае применен выключатель с двумя группами контактов, контакты обеих групп запараллелены.

В реле используемого типа подвижные контакты обычно находятся в верхнем положении, а при срабатывании реле они перебрасываются в нижнее. Поэтому коллекторный вывод транзистора и потенциометр следует соединять с нижней парой контактов. Конденсатор, подключенный между двумя контактами, искрогасящий; он предназначен для подавления искрения в момент прекращения тока двигателя и является непременным элементом такого рода схем. В дальнейшем его величина подбирается так, чтобы искрение было минимальным.

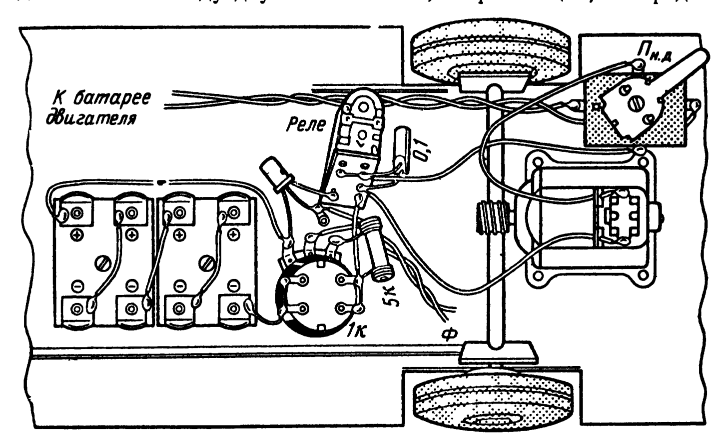


Рис. 21-5. Размещение элементов блока управления на шасси автомобиля.

Ввиду того, что контакты реле расположены довольно близко друг от друга, необходимо следить за тем, чтобы касание соседних контактов или осевший на них припой не вызвали замыкания. Провода к контактам реле удобнее припаять еще до его установки на шасси.

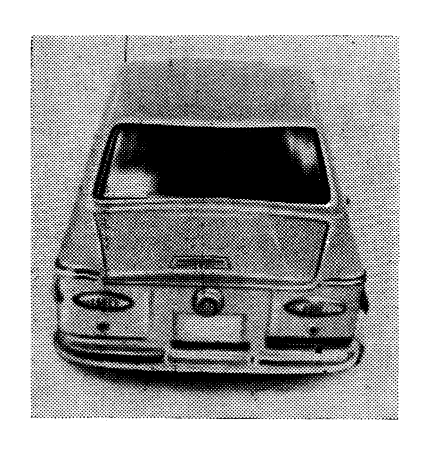


Рис. 21-6. Расположение фотоэлемента на корпусе автомобиля (фотоэлемент виден выше номерного знака).

Для установки фоторезистора в задней части корпуса автомобиля сверлятся отверстия. В два боковых отверстия устанавливаются заклепки, к которым припаиваются выводы фоторезистора. Если резистор вставляется неплотно, его следует закрепить на клею. С заклепками соединяются тонкие провода в виниловой изоляции, вторые концы которых подключаются к потенциометру и базе транзистора. Как видно из рис. 21-6, на корпусе

автомобиля фоторезистор расположен несколько выше номерной пластины.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ

Проверку работоспособности схемы начинают с того, что движок потенциометра устанавливается в крайнее левое положение (выключатель — в положение «выключено») и в держатели вставляются батареи блока управления. При этом на фоторезистор не должен падать прямой свет. Затем выключатель переводится в положение «включено» и движок потенциометра поворачивается направо до тех пор, пока реле не сработает. Теперь движок необходимо поворачивать налево до тех пор, пока подвижные контакты реле не вернутся в исходное положение. Если теперь осветить фоторезистор направленным лучом, реле должно сработать.

Убедившись в том, что оно действительно срабатывает, можно подключать батарею двигателя.

Если переключатель направления вращения двигателя находится в положении «вперед», то при освещении фоторезистора автомобиль начнет движение. Однако при слишком интенсивном естественном освещении свет, который дает карманный фонарик, совершенно недостаточен, и если фонарик не находится в непосредственной близости от фоторезистора, модель двигаться не будет. Поэтому испытывать описанный в этой главе автомобиль целесообразно только в затененном помещении.

Глава двадцать вторая

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗВОНОК, СРАБАТЫВАЮЩИЙ ДО НАЖАТИЯ КНОПКИ

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ЗВОНКА

Представьте себе, что посетитель, направляющийся в Вашу квартиру, подходит к дверям и, подняв палец, собирается нажать на установленную у дверей кнопку звонка. Он еще не дотронулся до нее, а звонок уже зазвенел! Как же устроен такой звонок?

Его принципиальная схема показана на рис. 22-1. Основными элементами схемы являются сульфид-кадмиевый фоторезистор и транзисторный генератор. Фоторезистор, играющий роль кнопки, устанавливается у дверей дома.

Как видно на рис. 22-2, к фоторезистору через обычный резистор сопротивлением 20 *ком* подключена батарея 9 *в*, создающая в его цепи электрический ток. Падение напряжения на зажимах фоторезистора (между точками *А* и *З*) равно произведению проходящего через

него тока на его сопротивление, и в режиме покоя, т. е. тогда, когда фоторезистор нормально освещен, составляет около 2 *в*. Следовательно, конденсатор в этом режиме также заряжается приблизительно до 2 *в*.

В том случае, когда посетитель, намереваясь нажать на кнопку звонка, поднимает палец, он заслоняет часть светового потока, падающего на фоторезистор, и поэтому, как показано на рис. 22-2, *б*, его сопротивление, а следовательно, и напряжение между точками *А* и *З* возрастают. В результате по цепи в направлении, указанном стрелками, т. е. от эмиттера через базу транзистора T_1, начинает проходить ток заряда. Постоянное смещение за счет протекания тока коллектора к транзистору T_1 не прикладывается, и в режиме покоя этот транзистор заперт. Однако если в цепи базы начинает идти ток, заряжающий конденсатор, то через транзистор начинает проходить и ток коллектора.

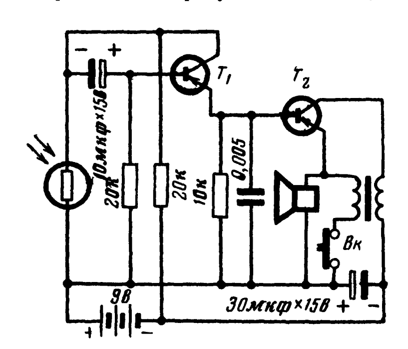


Рис. 22-1. Принципиальная схема электронного звонка.

Ток коллектора T_1 проходит естественно и через его эмиттер, который соединен с базой транзистора T_2, а следовательно, и через базу T_2. В результате через эмиттер (коллектор) T_2, как показано на рис. 22-3, *а*, начинает проходить ток, в несколько десятков или даже сотен раз превышающий ток базы T_1(ток заряда). Теперь каскад, собранный на транзисторе T_2, начинает работать как низкочастотный генератор, выходной сигнал которого поступает в громкоговоритель. Генерация, происходящая в этом каскаде, уже не прекращается сама по себе — она продолжается даже тогда, когда палец удален от кнопки и фоторезистор полностью освещен, как и ранее. Поэтому для срыва генерации в цепи эмиттера необходимо предусмотреть специальный выключа-

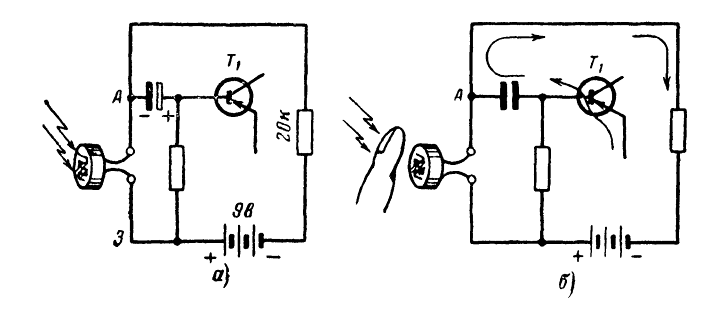


Рис. 22-2. Принцип работы электронного звонка.

а — фоторезистор нормально освещен; *б* — пониженная освещенность помещения.

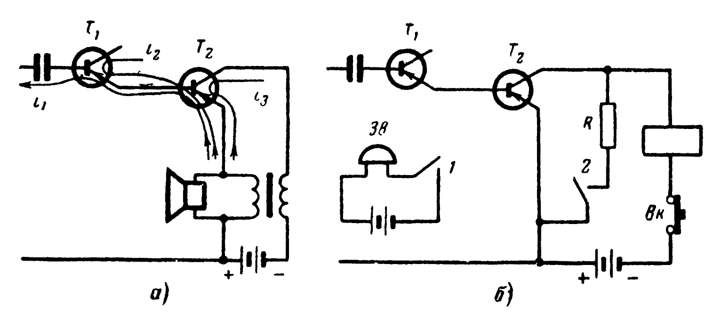


Рис. 22-3. Способ подключения электрического звонка.
а — работа генератора; *б* — подключение реле.

тель *Вк*. Кроме того, подключив в цепь коллектора реле согласно рис. 22-3, *б*, с помощью его контактов можно управлять обычным электрическим звонком.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Транзистор. В данном устройстве в качестве T_1 можно применить любой низкочастотный транзистор, а в качестве T_2 — любой транзистор, предназначенный для работы в каскадах мощного усиления (по не слишком мощный). В данном случае были использованы транзисторы типа 2SB-113 и 2SB-222.

Фоторезистор. Наиболее подходящим для данного случая фоторезистором можно считать резистор диаметром 8—10 *мм*. В соответствии с приведенными ранее указаниями он монтируется в кнопке звонка, поэтому образцы слишком больших размеров нежелательны.

Трансформатор. Сопротивление первичной и вторичной обмоток трансформатора должно составлять 700—800 и 8 *ом* соответственно. Чем ниже сопротивление первичной обмотки, тем больше громкость звучания звонка. Однако это утверждение верно лишь в определенных пределах: слишком низкое сопротивление первичной обмотки неэффективно с точки зрения согласования с транзистором. Оптимальным можно считать трансформатор с сопротивлением обмоток 500—600 и 8 *ом*.

Громкоговоритель. В зависимости от размеров корпуса диаметр громкоговорителя выбирается равным 4,5—6,5 *см*. Основное требование, предъявляемое к громкоговорителю, заключается в том, что он должен хорошо воспроизводить частоту, на которой работает генератор, поэтому к его характеристике и чувствительности серьезных требований не предъявляются.

Резисторы. Помимо перечисленных в таблице, необходимо приобрести резисторы еще нескольких номиналов, которые могут понадобиться при наладке схемы.

Батарея. В данном устройстве была применена батарея напряжением 9 *в*.

Выключатель. Выключатель в цепи эмиттера — кнопочного типа. Кроме него, следует приобрести еще один выключатель такого же типа, предназначенный для установки фоторезистора.

Необходимые детали

Транзистор 2SB-113	1
» 2SB-222	1
Фоторезистор диаметром 10 *мм* сульфид-кадмиевый	1
Резистор 0,125 *вт*, 20 *ком*	1
То же 10 *ком*	1
Конденсатор 0,005 *мкф*	1
» 10 *мкф*×15 *в*	1
» 30 *мкф*×15 *в*	1
Трансформатор	1
Громкоговоритель 8 *ом*	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Корпус фоторезистора	1
Корпус	1
Выключатель	1

СБОРКА УСТРОЙСТВА

После установки громкоговорителя в корпус изготавливается плата, монтируемая в не занятой громкоговорителем части корпуса. Монтажная схема изображена на рис. 22-4.

В связи с тем, что размеры корпуса сравнительно невелики, после установки в нем батареи свободного места остается очень немного. Однако число деталей, из которых собирается схема, также невелико и поэтому их можно без труда разместить даже на небольшой площади. Размеры платы составляют 53×45 *мм*, но площадь, занятая непосредственно деталями схемы, составляет всего лишь 53×26 *мм*. Остальная часть платы занята батареей.

Выводы громкоговорителя, батареи и фоторезистора соединяются со схемой через заклепки, для установки которых в плате сверлятся

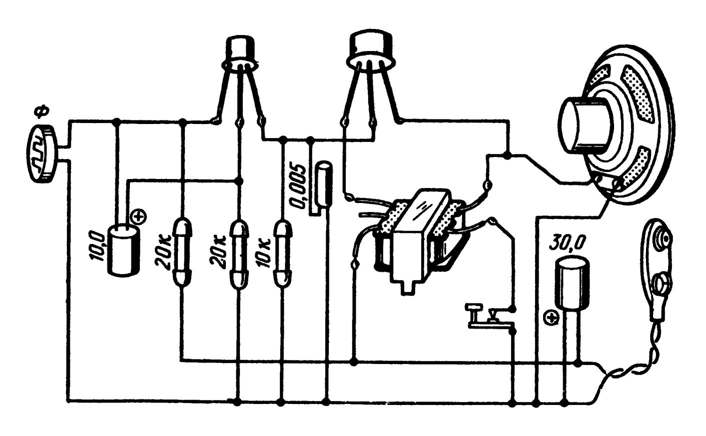


Рис. 22-4. Упрощенная монтажная схема электронного звонка.

отверстия диаметром 2 *мм*. Из крупных деталей на плате монтируется только трансформатор, для закрепления которого сверлятся еще два отверстия диаметром 2 *мм*. Кроме того, в плате необходимо предусмотреть отверстия, через которые на ее обратную сторону проходят выводы деталей, а также отверстие для закрепления платы в корпусе, через которое пропускается винт. Расположение этого отверстия, очевидно, должно совпадать с расположением соответствующего отверстия в корпусе.

Все резисторы монтируются в вертикальном положении. Для того чтобы их верхние изогнутые выводы не касались корпуса, на них следует надеть трубочки из изолирующего материала. Электролитические конденсаторы необходимо включать в схему в строгом соответствии с их полярностью. Одна из обмоток трансформатора имеет три вывода, один из которых (средний) не используется. Поэтому его нужно коротко подрезать.

На выводы транзистора во избежание их соприкосновения друг с другом также надеваются изолирующие трубочки.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ ЗВОНКОМ

Выводы громкоговорителя, фоторезистора и колодки питания припаиваются к установленным на плате заклепкам в соответствии с рис. 22-5. Пайку следует производить быстро, так как в противном случае от заклепок могут отойти провода, припаянные к ним с обратной стороны.

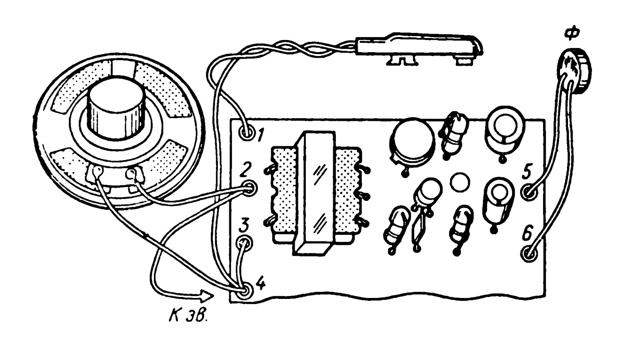


Рис. 22-5. Схема соединений при проверке электронного звонка.

При подключении батареи в громкоговорителе должен раздаться щелчок. Это означает, что генераторная часть схемы собрана правильно. После этого, замкнув выводы громкоговорителя, необходимо добиться срыва генерации. Теперь фоторезистор нужно немного прикрыть ладонью так, чтобы на него не падал свет. Если в громкоговорителе прослушивается сигнал, это свидетельствует о том, что устройство работает нормально. Если же генерации не происходит, в схеме необходимо заменить некоторые резисторы.

Если чувствительность устройства низка, необходимо повысить сопротивление резистора в цепи базы T_1 (20 *ком*). Однако при слиш-

ком большой величине этого сопротивления схема начинает работать неустойчиво, и поэтому оно не должно превышать 50 *ком*. При ярком освещении оптимальное сопротивление резистора в цепи коллектора (20 *ком*) составляет 10 *ком*, а при слабом 30—50 *ком*. Чем выше сопротивление резистора в цепи базы T_2 (10 *ком*), тем лучше чувствительность устройства. Вместе с тем, чрезмерное увеличение этого сопротивления недопустимо, так как приводит к снижению выходной мощности генерируемого сигнала или вообще к срыву непрерывной генерации. Его величина подбирается опытным путем. При увеличении емкости 0,005 *мкф* (в определенных пределах) условия возбуждения облегчаются: однако в том случае, когда эта емкость становится слишком большой, время нарастания колебаний в генераторе заметно увеличивается. Если непрерывной генерации сигнала добиться не удается, между отрицательным полюсом батареи и базой транзистора T_2 необходимо включить резистор сопротивлением от 300 *ком* до 2 *Мом*.

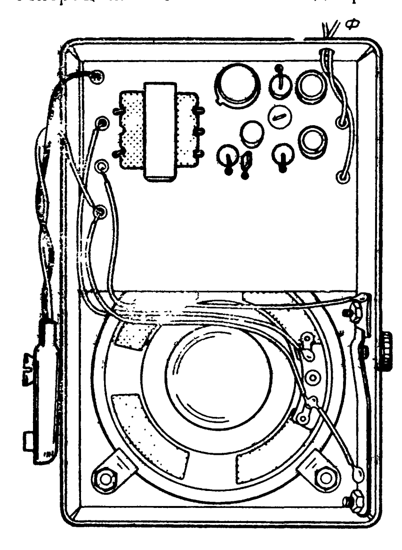


Рис. 22-6. Размещение узлов и деталей схемы в корпусе.

После окончания наладки все узлы электронного звонка монтируются в корпусе (рис. 22-6). Выключатель, с помощью которого производится срыв генерации, изготовляется из двух металлических пластин. В качестве кнопки выключателя можно использовать изолятор антенного гнезда. В рабочем положении выключателя пластины касаются друг друга, обеспечивая контакт, и расходятся при нажатии кнопки. При использовании в схеме транзисторов некоторых типов возможны случаи, когда после нажатия и отпускания кнопки генерация не срывается. В этих случаях необходимо замыкать выводы громкоговорителя так же, как это делалось при наладке устройства. Однако при непосредственном замыкании выводов, т. е. при соединении их накоротко, транзистор оказывается перегруженным, что нежелательно. Поэтому замыкать выводы громкоговорителя необходимо на резистор, сопротивление которого (1—3 *ом*) достаточно для срыва генерации.

Если звонок надежно работает и без емкости 0,005 *мкф*, от ее использования можно отказаться.

Фоторезистор устанавливается в корпусе кнопки звонка вместо самой кнопки. Если отверстие, в которое проходит кнопка, слишком мало, его следует расточить, если же оно, наоборот, велико, фоторезистор вставляют в корпус, предварительно обернув его бумагой, и приклеивают к нему.

В связи с тем, что в полной темноте пользоваться электронным звонком данного типа нельзя, его рекомендуется устанавливать на дверях с таким расчетом, чтобы ночью на него падал свет уличных фонарей.

Специальный выключатель питания не ставится; если звонок, тем не менее, понадобится выключить, из корпуса вынимается батарея. Отметим, что даже в том случае, когда звонок не работает, ток через него все-таки проходит. Однако этот ток настолько мал, что практически его можно считать равным нулю.

Глава двадцать третья

СИГНАЛИЗАТОР НА ЧЕТЫРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ, ФИКСИРУЮЩИЙ ПРИХОД ПОСЕТИТЕЛЕЙ

ПРИНЦИП РАБОТЫ СИГНАЛИЗАТОРА

Предлагаемое в данной главе устройство предназначено для немедленной сигнализации о приходе посетителей.

В состав принципиальной схемы сигнализатора, показанной на рис. 23-1, входят два сульфид-кадмиевых фоторезистора и четыре транзистора. Напомним, что сопротивление освещенных фоторезисторов невелико. Оба фоторезистора соединяются последовательно и по одному устанавливаются в тех местах, мимо которых обязательно должен пройти человек, направляющийся в данную квартиру. Сигнализатор при этом регулируется так, что через фоторезисторы течет очень небольшой ток. Человек, проходящий мимо фоторезистора, на какое-то время загораживает падающий на него свет, вследствие чего сопротивление фоторезистора и его ток меняют свою величину. Перепад тока усиливается транзистором, заставляя сработать реле и включая звонок.

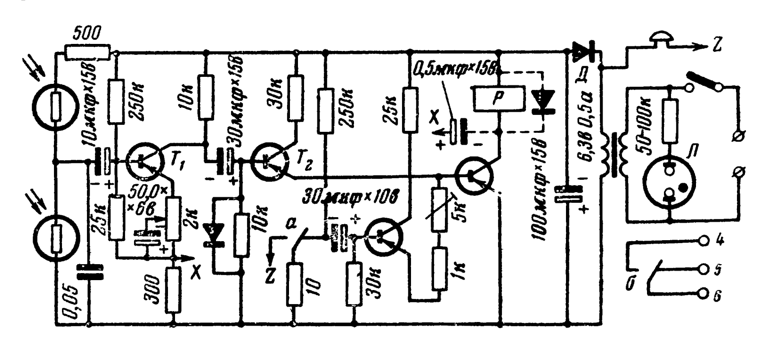


Рис. 23-1. Принципиальная схема сигнализатора.

Устройство оповещания о приходе посетителей можно было бы собрать и на одном фоторезисторе, как показано, например, на схеме рис. 23-2, *а*. Однако чувствительность такого устройства при ярком освещении и в темноте (порог срабатывания устройства около 5 *лк*) различна, и поэтому в предлагаемой схеме используется не один, а два фоторезистора. Кроме того, при наличии двух фоторезисторов эффективность сигнализатора, очевидно, значительно выше, чем при наличии одного.

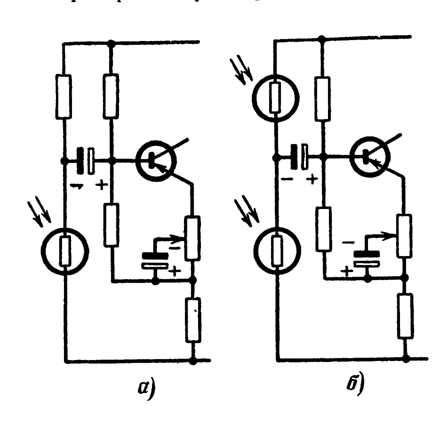


Рис. 23-2. Схема сигнализатора с одним (*а*) и двумя (*б*) сульфид-кадмиевыми фоторезисторами.

Усилительная часть схемы собрана на транзисторах T_1, T_2 и T_4. В режиме покоя ток проходит через транзистор T_1 и не проходит через T_2 и T_4. Поскольку в этом режиме сопротивления обоих фоторезисторов приблизительно равны, напряжение в точке *е* (рис. 23-3,*а*) составляет около $E/2$. Если освещенность фоторезистора Φ_1 по каким-либо причинам уменьшается, его сопротивление возрастает и напряжение в точке *е* становится более положительным. В режиме покоя конденсатор C_1, соединенный с базой транзистора T_1, очевидно, заряжается до $E/2$, а когда напряжение в точке *е* становится более положительным, начинает разряжаться по цепи, показанной на рис. 23-3, *а* стрелкой. Ток разряда C_1 направлен противоположно току базы транзистора T_1 и вызывает его уменьшение. В результате этого ток коллектора $I_К$ транзистора также уменьшается и напряжение в точке *f* становится более отрицательным. Теперь начинает заряжаться конденсатор C_2, ток заряда которого проходит от эмиттера транзистора T_2 через его базу. Но эмиттер T_2 соединен с базой T_4, вследствие чего при прохождении тока T_2 начинает течь ток в цепи коллектора T_4 ($I_{К4}$), заставляя сработать реле.

При уменьшении освещенности фоторезистора Φ_2 напряжение в точке *е* становится соответственно более отрицательным, а ток базы T_1 (ток заряда C_1), наоборот, возрастает. В результате этого ток коллектора $I_{К1}$ увеличивается, а транзисторы T_2 и, следовательно, T_4 остаются закрытыми — ток через них не проходит. Таким образом, ухудшение освещенности Φ_2 на первый взгляд не приводит к срабатыванию реле и не обеспечивает сигнализации о выявлении посетителей. Однако это не так. Схема находится в том состоянии, в которое она перешла после того, как тень человека заслонила фоторезистор и уменьшила его освещенность, лишь до тех пор, пока человек не сдвинулся с места и фоторезистор опять не оказался полностью освещенным. Как только это происходит, напряжение в точке *е* снова становится равным $E/2$. Дальнейшие процессы в схеме аналогичны тем, которые имеют место при ухудшении освещенности фоторезис-

тора $Ф_1$. Ток разряда конденсатора начинает проходить в направлении, противоположном направлению тока базы, уменьшая последний, а транзисторы T_2 и T_4 открываются.

Транзистор T_3 предназначен для того, чтобы увеличить время срабатывания реле. Дело в том, что если человек проходит мимо фоторезистора очень быстро, звонок дает чрезвычайно короткий сигнал, на который можно не обратить внимания. В данной же схеме время работы звонка составляет от нескольких секунд до нескольких десятков секунд (рис. 23-4).

При срабатывании реле *Р* его контакт *1* отходит от контакта *2*, вследствие чего конденсатор C_1 начинает заряжаться через резистор R_2 (250 *ком*). Поскольку ток заряда конденсатора проходит через ба-

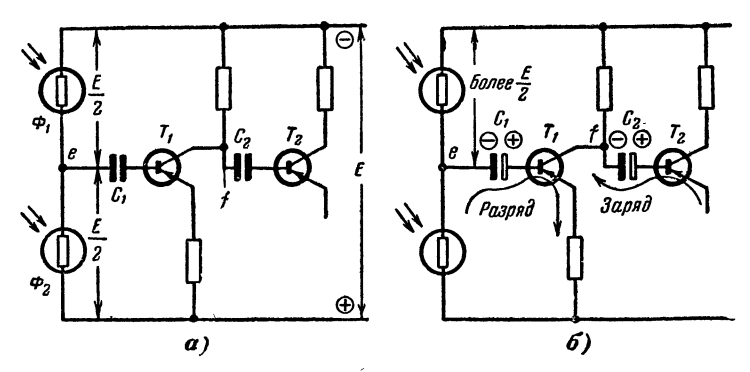


Рис 23-3. Принцип работы индикатора.

зу транзистора T_3 (и подключенный параллельно ей резистор R_2), через T_3 начинает проходить и его коллекторный ток. Но эмиттер T_3 соединен с базой T_4, и поэтому в цепи коллектора T_4 также проходит ток. Этот ток продолжает идти вплоть до окончания заряда и, следовательно, не прекращается даже тогда, когда «информационный» ток с транзистора T_2 становится равным нулю.

Время, в течение которого в цепи проходит ток базы T_3 (ток заряда), пропорционально произведению R_1 и C_1 и поэтому, подобрав соответствующие значения C_1 и R_1, время срабатывания реле можно сделать сколь угодно большим. Однако поскольку величина R_1 связана также с максимально допустимой величиной тока базы T_3, сопротивление R_1 не должно быть чрезмерно высоким. При напряжении питания 9 *в* величина R_1 выбирается в пределах 200—500 *ком*. В рассматриваемой схеме R_1 выбрано равным 250 *ком*, C_1 — 30 *мкф*, а время срабатывания реле регулируется с помощью потенциометра 5 *ком*, введенного совместно с резистором 1 *ком* в цепь эмиттера транзистора T_3. В экспериментальном варианте

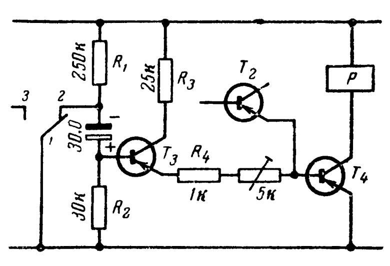


Рис. 23-4. Схема задержки.

сигнализатора время срабатывания удавалось менять приблизительно от 7 до 20 *сек*. Отметим, что в большинстве практических случаев использовать потенциометр совершенно необязательно.

Если звонок подключен к контакту *3*, то при замыкании контактов *1* и *3* его цепь также окажется замкнутой. Резистор 10 *ом* предназначен для того, чтобы понизить прикладываемое к звонку напряжение, и не имеет никакого отношения к схеме, увеличивающей время срабатывания реле.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Данное устройство собрано на малогабаритном шасси от лампового приемника (рис. 23-5). В верхней части шасси размещены звонок, выключатель питания и сигнальная лампочка. С зажимами, установленными на одной из боковых стенок шасси, соединены контакты одной из двух контактных групп реле. Если используемое реле имеет только одну контактную группу, вывода на зажимы, очевидно, не делается. По двум проводам, входящим в шасси с правой стороны той же боковой стенки, на схему подается питание от сети переменного тока напряжением 100 *в*, а посредством трех других проводов, входящих с ее левой стороны, осуществляется связь с фоторезисторами.

Рис. 23-5. Внешний вид сигнализатора.

Транзисторы. Поскольку через транзистор T_4 проходит рабочий ток реле, этот транзистор должен быть рассчитан на достаточно большой ток. Остальные транзисторы — малогабаритные, предназначенные для усиления низкой частоты.

Фоторезисторы. В связи с тем, что фоторезисторы небольших габаритов, очевидно, будут привлекать меньше внимания, в данном случае их целесообразно выбирать диаметром около 10 *мм*. Тип используемых фоторезисторов значения не имеет, однако оба элемента должны быть по возможности однотипными.

Реле. В схеме применено реле с рабочим током 12 *ма* и сопротивлением обмотки 635 *ом*. Ток звонка составляет около 0,2 *а*, однако устройство рассчитано на довольно длительную эксплуатацию и поэтому для использования в нем следует выбирать реле с возможно большей площадью контактов.

Трансформатор. Ввиду того, что, как только что было указано, устройство рассчитано на длительную эксплуатацию, источником питания для него является сеть переменного тока. Если через обмотку реле проходит ток до 14 *ма*, то напряжение питания должно составлять $14 \times 635 = 9$ *в*. Грубо это напряжение можно считать равным 10 *в*. В данной схеме использован трансформатор с напряжением вторичной обмотки 6,3 *в*, что при отсутствии нагрузки соответствует прибли-

зительно 7 *в*. После выпрямления этого напряжения можно получить постоянный ток напряжением около 10 *в*. Если через транзистор T_4 начинает проходить ток и реле срабатывает, то напряжение естественно снижается, однако, поскольку реле уже включилось, оно будет надежно работать даже при уменьшении напряжения приблизительно до 70%.

Диоды. Диод в цепи базы транзистора T_2 — германиевый, предназначенный для детектирования. Выпрямление же производится с помощью кремниевого диода с низкими рабочими параметрами (300 *в*, 0,1 *а*).

Потенциометр. По окончании регулировки схем такого рода необходимость в потенциометре отпадает и вместо него можно установить полупеременный резистор. Это, в частности, справедливо и для потенциометра 5 *ком*, который, как было отмечено ранее, используется для регулировки длительности сигнала. Вместо него после окончания наладки также можно установить постоянный резистор с соответствующим сопротивлением.

Необходимые детали

Транзисторы 2SB-111	2
» 2SB-112	1
» 2SB-222	1
Фоторезисторы диаметром 10 *мм* сульфид-кадмиевые	2
Реле 12 *ма*; 635 *ом*	1
Резистор 0,5 *вт*, 300 *ом*	1
То же 500 *ом*	1
» » 1 *ком*	1
» » 10 *ком*	2
» » 25 *ком*	2
» » 30 *ком*	2
» » 250 *ком*	2
Потенциометр (типа В) 2 *ком*	1
То же 5 *ком*	1
Конденсаторы:	
электролитический 50 *мкф*×6 *в*	1
» 0,5 *мкф*×15 *в*	1
» 10 *мкф*×15 *в*	1
» 30 *мкф*×15 *в*	2
» 100 *мкф*×15 *в*	1
майларовый 0,05 *мкф*	1
Звонок на 4,5—6 *в*	1
Неоновая лампочка (с резистором)	1
Диоды SD-46	1(2)
» 300 *в*; 0,1 *а*	1
Трансформатор питания 6,3 *в*; 0,5 *а*	1
Выключатель питания	1
Шасси 100×130×40 *мм*	1
Зажимы	3
Шнур питания, вилка, монтажная плата и т. п.	

СБОРКА УСТРОЙСТВА

Сборка блока усиления производится на монтажной плате, вырезаемой из текстолитовой пластины толщиной 1 *мм.* Ввиду того, что корпус (шасси) довольно велик, плата также может иметь сравнительно большие размеры. Однако вести монтаж на слишком большой плате, очевидно, неудобно — оптимальной для данного случая можно считать плату 68×47 *мм.* Если вместо потенциометра используется полупеременный резистор или резистор с постоянным сопротивлением, ее размеры могут быть изменены.

Диаметр отверстий, через которые пропускаются выводы монтируемых на плате деталей, составляет 1 *мм,* отверстий, в которых ус-

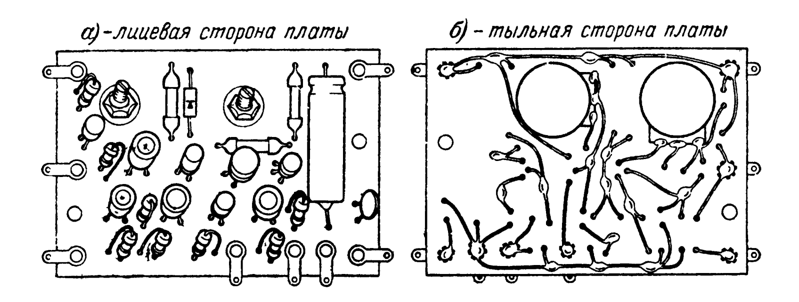


Рис. 23-6. Монтаж на лицевой и тыльной сторонах платы.

танавливаются заклепки 2 *мм,* а отверстий для закрепления самой платы 2,8 *мм.* Если в плате высверлены отверстия для пропускания выводов всех деталей без исключения, число этих отверстий, очевидно, окажется слишком большим — сократить его можно, объединяя соседние выводы, подключаемые к одной и той же точке схемы, и припаивая их к вспомогательным контактам. Реле также было бы целесообразнее установить на плате. Однако в данной схеме было использовано довольно высокое реле и его пришлось смонтировать непосредственно в корпусе. Размеры платы вполне допускают горизонтальное размещение резисторов, однако если это окажется более удобным, свыше половины резисторов можно закрепить в вертикальном положении, что и было сделано в экспериментальном варианте.

Монтажная плата, а также трансформатор и реле крепятся к корпусу (шасси), для чего в нем должны быть предусмотрены соответствующие отверстия.

Размещение деталей на лицевой стороне платы и электрические соединения между ними с ее обратной стороны представлены на рис. 23-6. Монтаж на плате начинают с установки заклепок, к которым в дальнейшем крепятся и соединяются между собой надлежащие детали. Ввиду того, что после установки платы в корпус сверху и снизу от нее остается некоторое свободное пространство, транзисторы можно монтировать не слишком близко к поверхности платы. Если же достаточного запаса между платой и корпусом не будет, монтаж транзисторов ведется как обычно. Во избежание

замыкания между выводами транзистора на вывод базы надевается трубочка из изолирующего материала.

Конденсатор 0,5 *мкф*, включаемый между эмиттером T_1 и коллектором T_4 (на рис. 23-1 он показан пунктиром), вводится в схему лишь в том случае, если чувствительность усилителя оказывается слишком высокой и в схеме начинается генерация. Поэтому на плате он устанавливается лишь при необходимости в дополнительной наладке схемы.

После того, как внутри шасси будут установлены плата и остальные узлы устройства, их выводы следует соединить между собой

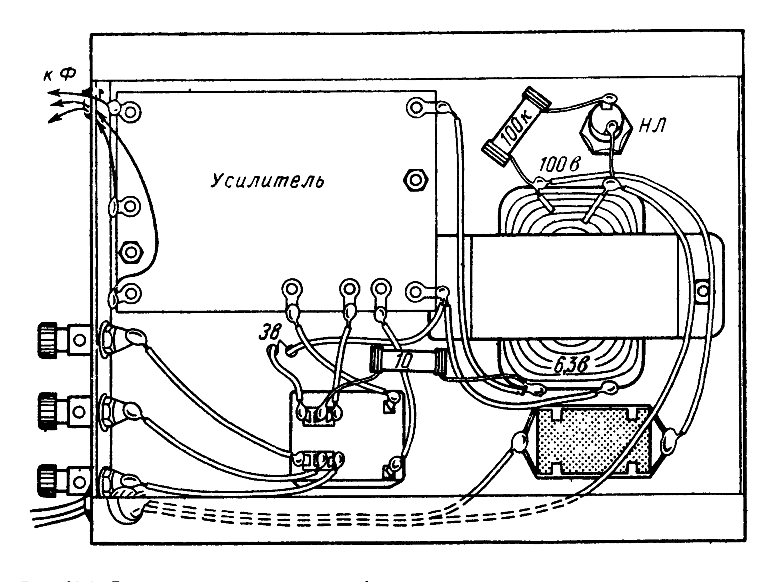


Рис. 23-7. Размещение узлов и деталей в к рпусе.

в соответствии с рис 23-7. Несмотря на то, что звонок работает от напряжения 6 *в*, через его обмотку проходит сравнительно большой ток и громкость создаваемого им звука также велика. Поэтому последовательно со звонком необходимо включить резистор 10 *ом*. При прохождении через звонок слишком сильного тока напряжение, прикладываемое к транзистору в то время, когда звонок звонит, снижается, ввиду чего этот ток стараются уменьшить насколько возможно.

В качестве выключателя питания использован тумблер.

Отметим, что плата устанавливается в корпусе лишь после того, как полностью завершена наладка собранной на ней схемы. Во время наладки остальные узлы устройства временно соединяются с платой изолированными проводами длиной около 10 *см*.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВОМ

Прежде чем подключать фоторезисторы на вход схемы, выключатель ее питания необходимо перевести в положение «включено» и подобрать правильный режим усиления блока. Если коэффициент усиления этого блока достаточно велик, в схеме возможна генерация и, как следствие этого, «дребезг» реле. В случае генерации, используя потенциометр сопротивлением 2 *ком*, выполняющий функции регулятора чувствительности (коэффициента усиления), необходимо уменьшить чувствительность до такого уровня, при котором генерация уже невозможна. Другим выходом из положения является подключение конденсатора 0,5 *мкф* между эмиттером T_1 и коллектором T_4. В связи с тем, что непрерывные звонки, вызванные дребезгом реле, способны вызвать только раздражение, на время наладки звонок целесообразно отключить, подпаяв вместо него сигнальную лампу. Кроме того, на время наладки можно отключить резистор 250 *ком* в цепи базы T_3, разорвав, таким образом, цепь, затягивающую длительность сигнала.

Теперь, подключив фоторезисторы, испытаем их работоспособность, для чего каждый из них по очереди необходимо заслонить от света. Если реле при этом срабатывает, значит, схема функционирует нормально. Если же реле срабатывает нерегулярно, конденсатор 0,05 *мкф*, параллельный одному из фоторезисторов, следует отключить вообще или же заменить его конденсатором емкостью 0,01 *мкф*. Этот конденсатор предназначен для подавления фона переменного тока и прочих шумов в том случае, когда фоторезисторы размещены на значительном удалении от самого устройства. Его емкость подбирается такой, при которой напряжение шумов минимально.

Далее в схему снова включается резистор 250 *ком* и проверяется работоспособность цепи, затягивающей длительность рабочего сигнала. После того, как для движков обоих потенциометров будут найдены оптимальные положения, плата окончательно устанавливается в корпусе.

При практическом пользовании данным устройством фоторезисторы устанавливаются по возможности в таких местах, где на них не будет попадать прямой солнечный свет, и соединяются с основным блоком. Наличие между проводами небольшой статической емкости значения не имеет; провода можно зарыть в землю или же выполнить соединение экранированным проводом. Фоторезисторы размещаются на высоте 0,2—1,2 *м* от земли — при установке их ниже этого уровня устройство начнет фиксировать появление не только людей, но и домашних животных. Если сигнализатор предназначен для использования лишь в дневное время, особых трудностей при его эксплуатации не предвидится. Однако если его предполагается использовать и ночью, то во избежание случайного срабатывания, например, от фар проезжающих автомобилей, фоторезисторы нужно установить так, чтобы свет фар не мог на них попадать. Чтобы сигнализатор мог работать и в безлунные ночи, поблизости от каждого фоторезистора следует установить электрическую лампочку так, чтобы тень проходящего мимо человека обязательно падала на него.

Глава двадцать четвертая

РЕЛЕ НА ОДНОМ ТРАНЗИСТОРЕ, СРАБАТЫВАЮЩЕЕ ПРИ РАЗРЫВЕ ВНЕШНЕЙ ЦЕПИ

ПРИНЦИП РАБОТЫ РЕЛЕ

Как известно, при разрыве любой электрической цепи ток перестает проходить через нее, однако в схеме, рассматриваемой в данной главе, все происходит наоборот — ток через нее начинает идти лишь при разрыве одного из ее проводов. Другими словами, эта схема сигнализирует о разрыве внешней цепи.

Сама схема, представленная на рис. 24-1, несложна и собирается на одном транзисторе. При практическом использовании схемы ее зажимы K_1 и K_2, как показано на рис. 24-2, *а*, замыкаются накоротко проводником, а к зажимам K_4 и K_5 подключается сигнальное устройство (например, звонок). В этом режиме база и эмиттер транзистора оказываются короткозамкнутыми, ввиду чего ни ток базы, ни тем более ток коллектора через транзистор не проходят.

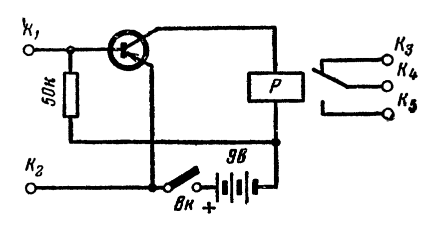


Рис. 24-1. Принципиальная схема электронного реле.

При разрыве провода, соединяющего базу и эмиттер (рис. 24-2, *б*), по соответствующим цепям схемы начинают проходить ток базы, а вслед за ним и ток кол-

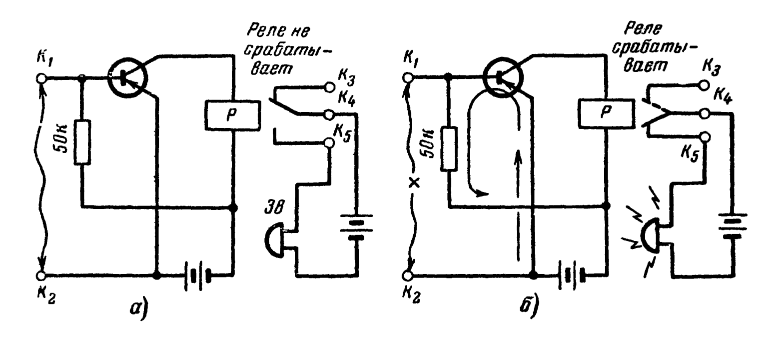


Рис. 24-2. Принцип работы электронного реле.

а — точки K_1 и K_2 замкнуты; *б* — точки K_1 и K_2 разомкнуты.

лектора. Реле, включенное в цепи коллектора, срабатывает, его подвижный контакт переходит в нижнее положение, и звонок начинает звонить. Резистор 50 *ком* ограничивает ток коллектора до требуемой величины.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Данное устройство, монтажная схема которого представлена на рис. 24-3, состоит из очень небольшого числа деталей. Поэтому собирать его можно без использования корпуса — на плате соответствующих размеров. Тем не менее экспериментальный вариант реле

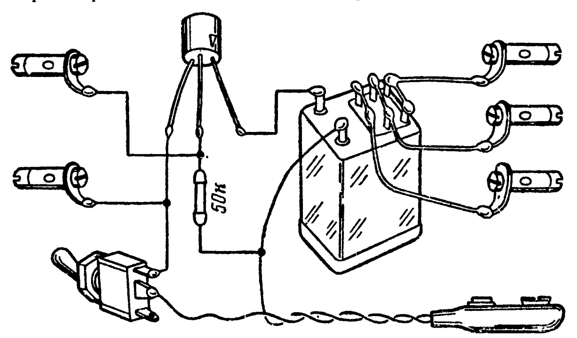


Рис. 24-3. Упрощенная монтажная схема электронного реле.

был смонтирован в пластмассовом корпусе. На рисунке можно видеть также, каким образом к схеме подключены звонок и батарея питания звонка.

Реле. Ток, пропускаемый контактами реле и достаточный для питания звонка, составляет около 0,2 *а*, ввиду чего в схеме можно применить миниатюрное реле с сопротивлением обмотки 635 *ом* и рабочим током 12 *ма*.

Транзистор. В схеме применен транзистор типа 2SB-56, хотя в принципе в ней можно использовать почти все транзисторы, пригодные для работы в каскадах мощного усиления радиоприемников. Максимальный ток этих транзисторов, однако, должен превышать 50 *ма*, а максимальное напряжение 25 *в*.

Батарея. Наиболее подходящим источником питания в данном случае представляется батарея с напряжением 9—12 *в*. При частом пользовании устройством можно применить шесть последовательно соединенных сухих элементов напряжением 1,5 *в*.

Выключатель. В схеме был использован малогабаритный тумблер, хотя не исключено применение выключателей и других конструкций.

Зажимы. Зажимы также малогабаритные. Однако если это удобнее, их можно не использовать, а просто вывести из корпуса достаточно длинные изолированные провода.

Резистор. Сопротивление резистора определяется типом используемого транзистора. При наладке схемы может понадобиться несколько резисторов номиналом от 30 до 100 *ком*.

Необходимые детали

Реле 635 *ом*; 12 *ма*	1
Транзистор 2SB-56	1
Батарея	1
Колодка питания	1
Выключатель малогабаритный	1
Резистор 0,25 *вт*, 50 *ком*	1
Зажимы малогабаритные	5
Корпус	1
Вспомогательная монтажная плата с тремя контактами	1

СБОРКА УСТРОЙСТВА

Данное устройство собирается в корпусе размерами 65×90×27 *мм*. Пять отверстий на его передней стенке предназначены для установки зажимов, отверстие в боковой стенке — для выключателя, отверстие в задней стенке — для реле. Помимо того, в корпусе сверлится еще одно отверстие для закрепления вспомогательной платы.

Размещение деталей в корпусе и соединения между ними хорошо видны на рис. 24-4. Ввиду того, что число деталей невелико, монтажная плата в данном случае не используется. Тем не менее для установки транзистора применена специальная вспомогательная плата, выполненная из изоляционного материала и закрепленная на дне корпуса. Заметим кстати, что транзистор монтируется в последнюю очередь.

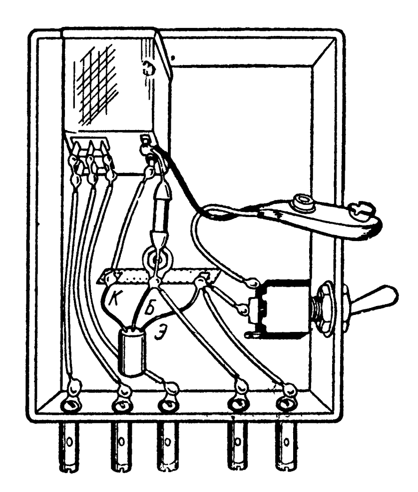


Рис. 24-4. Размещение узлов и деталей схемы в корпусе.

Применяемое в схеме реле имеет две контактные группы, контакты которых соединяются параллельно и подключаются к установленным на корпусе зажимам. Хотя верхний контакт реле едва ли будет эффективно использован (см. рис. 24-1), он также подключается к одному из зажимов (K_3). Проводники, соединяющие зажимы со схемой, припаиваются к лепесткам (2,3—2,6 *мм*), которые удерживаются крепящими зажимы винтами. Поскольку при наладке схемы может возникнуть необходимость в замене резистора, один из его концов не припаивается, а просто прижимается к соответствующему контакту.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВОМ

Присоединив к схеме звонок или лампочку от карманного фонаря, необходимо проверить ее работоспособность. Прежде всего следует убедиться, что при разрыве провода, замыкающего вход устройства накоротко, реле срабатывает надлежащим образом. При включении реле звонок должен зазвонить. Если же реле не срабатывает, сопротивление резистора (50 *ком*) нужно уменьшить до 35 или 40 *ком*. Если же схема функционирует нормально и звонок звонит, это сопротивление следует увеличить до 60—70 *ком* и еще раз испытать ее работу.

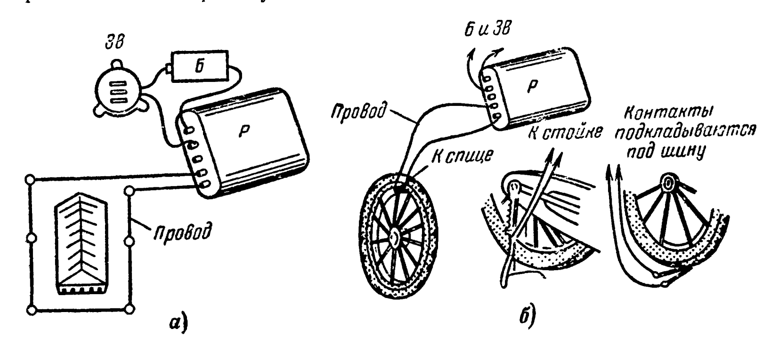


Рис. 24-5. Примеры использования электронного реле.

а — защита дсма; *б* — защита мотоцикла или велосипеда (контакты подкладывать под шину).

Наиболее целесообразный способ применения данного устройства — сигнализация о попытке грабежа, взлома, кражи и т. п. Как показано на рис. 24-5, *а*, вокруг дома или участка можно проложить тонкий провод (диаметром около 0,2 *мм*) и присоединить его к входным зажимам устройства. Злоумышленник, натыкающийся на этот провод, разрывает его и приводит в действие звонок. При одноразовом применении подобной сигнализации короткозамыкающий провод можно проложить так, что при открывании, например, двери он будет разрываться, однако при ее долговременном использовании на двери удобнее установить контакты, размыкающиеся при открывании. Другие возможности применения данного устройства для защиты велосипеда, автомобиля и т. п. показаны на рис. 24-5, *б*.

Глава двадцать пятая

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗВОНОК НА ТРЕХ ТРАНЗИСТОРАХ, СРАБАТЫВАЮЩИЙ ОТ ГОЛОСА

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЗВОНКА

В состав данного устройства, схема которого показана на рис. 25-1, входит реле, выполненное на трех транзисторах, и звонок, приводимый в действие с помощью этого реле. Воспринимаемые микрофоном звуковые колебания усиливаются транзистором T_1 и поступают на транзистор T_2. Поскольку в дежурном режиме напряжение смещения на базу T_2 не подается, ток базы в этом режиме

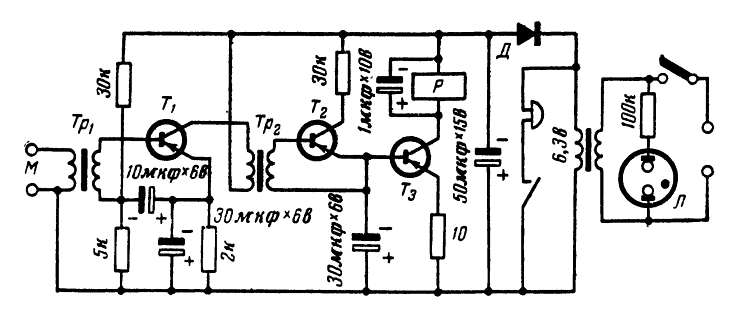


Рис. 25-1. Принципиальная схема электронного звонка.

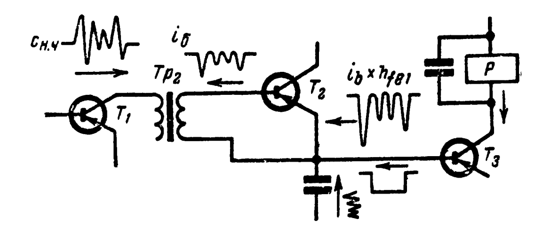


Рис. 25-2. Принцип работы электронного звонка.

через него не проходит. В цепи базы ток начинает идти лишь после того, как к ней будет приложен сигнал звуковой частоты с трансформатора $Тр_2$, напоминающий по форме выпрямленный (или продетектированный) сигнал (рис. 25-2). Ток в цепи коллектора T_2 имеет ту же форму, что и ток в цепи его базы, но в несколько десятков раз большую амплитуду. Поскольку эмиттер транзистора T_2 соединен с базой транзистора T_3, этот ток проходит также через базу T_3

и усиливается им еще в несколько раз. В цепи коллектора T_3 включено реле, которое срабатывает под действием проходящего через него тока и включает звонок.

Конденсаторы, подключенные между эмиттером и базой транзистора T_3 и параллельно обмотке реле, предназначены для того, чтобы через реле проходил только постоянный ток.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Данное устройство монтируется на шасси, показанном на рис. 25-3, причем для микрофона используется отдельный корпус.

Микрофон. В схеме можно применить микрофон любого типа. При отсутствии микрофона вместо него может быть применен громкоговоритель диаметром 5—6,5 *см* и сопротивлением катушки 8 *ом*.

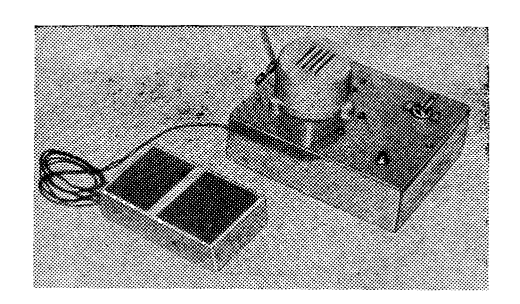


Рис. 25-3. Внешний вид электронного звонка.

Трансформаторы. Сопротивления первичной и вторичной обмоток трансформатора Tp_1 должны быть равны соответственно 8 *ом* и 1 *ком*, а трансформатора Tp_2 соответственно 10 и 5 *ком*. Обмотки с таким сопротивлением имеют трансформаторы типов ST-32 и ST-208 (или ST-206).

Транзисторы. Транзисторы T_1 и T_2 — для усиления низкой частоты, T_3 — для мощного усиления. Однако если в схеме использовано реле с малым рабочим током, то во всех каскадах можно применить обычные низкочастотные транзисторы.

Реле. Реле с сопротивлением обмотки 635 *ом* и рабочим током 12 *ма*. В схеме можно применить любое реле с рабочим током менее 20 *ма* и сопротивлением обмотки 700—800 *ом*. Что касается числа подвижных контактов, то реле может иметь только один такой контакт.

Силовой трансформатор. В экспериментальном варианте устройства в качестве источника питания можно применить батерею, а стационарный, предназначенный для длительного пользования вариант лучше питать от сети переменного тока. Поскольку необходимое для реле напряжение равно произведению рабочего тока на сопротивление обмотки плюс 1—2 *в*, в блоке питания может быть использован накальный трансформатор на напряжение 6,3 *в* и ток 0,5 *а*.

Необходимые детали

Транзисторы 2SB-112	2
» 2SB-222	1
Трансформатор	1
»	1
Микрофон (громкоговоритель)	1
Корпус микрофона	1
Резистор 0,25 *вт*, 10 *ом*	1
То же 2 *ком*	1
» » 5 *ком*	1
» » 30 *ком*	2
Конденсатор 10 *мкф*×6 *в*	1
» 30 *мкф*×6 *в*	2
» 1 *мкф*×10 *в*	1
» 50 *мкф*×15 *в*	1
Силовой трансформатор 6,3 *в*; 0,5 *а*	1
Диод	1
Выключатель щелчкового типа	1
Шасси 100×130×40 *мм*	1
Реле 635 *ом*; 12 *ма*	1
Сигнальная лампочка (неоновая)	1
Зажимы	3
Звонок 4,5—6 *в*	1
Шнур питания, вилка и т. п.	

Диод. В блоке питания используется кремниевый диод для выпрямления тока напряжением 6,3 *в*.

Корпус. Данное устройство было смонтировано на шасси лампового радиоприемника, в котором, однако, отверстия под ламповые панельки и т. п. прорезаны не были. Наиболее подходящие размеры шасси 100×130×40 *мм*.

Сигнальная лампочка. В блоке питания используется неоновая сигнальная лампочка, хотя в нем вполне может быть применена обычная малогабаритная напряжением 6,3 *в*. Неоновая лампочка включается через последовательно соединенный с ней резистор, который приобретается отдельно.

СБОРКА УСТРОЙСТВА

Поскольку усилительный блок монтируется на отдельной плате, для размещения остальных узлов устройства на шасси в нем необходимо просверлить специальные отверстия. Монтажная схема устройства приведена на рис. 25-4. Чертеж шасси в развернутом виде представлен на рис. 25-5. Звонок целесообразнее устанавливать где-нибудь отдельно, однако в связи с тем, что наверху шасси имеется свободное место, в экспериментальном варианте его было решено разместить там. Реле удобно было бы установить также в блоке усиления. Однако вследствие того, что оно имеет довольно большую высоту, оно монтируется внутри шасси. Это реле имеет две группы контактов, одна из которых включает звонок, а вторая может быть подключена к какому-либо другому устройству, для чего на боковой стенке шасси установлены специальные зажимы.

Для усилительного блока вырезается текстолитовая монтажная плата, размеры которой должны вписываться в пространство, оставшееся свободным во внутренней части шасси после размещения в нем остальных узлов. В тех ее точках, где от нее отходят проводники, идущие к другим узлам схемы, сверлится шесть отверстий, в которых устанавливаются заклепки, играющие роль вспомогательных контактов. Диаметр отверстий под них, а также отверстий для установки трансформаторов равен 2 *мм*. Кроме того, в плате сверлится 2—3 отверстия диаметром 2,6—3 *мм* для ее соединения с шасси.

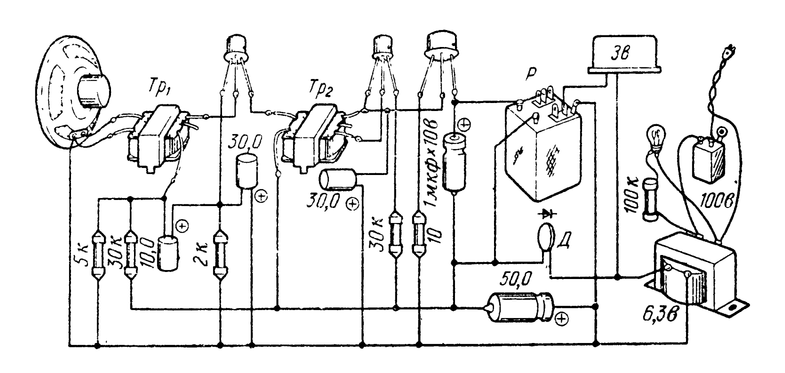


Рис. 25-4. Упрощенная монтажная схема электронного звонка.

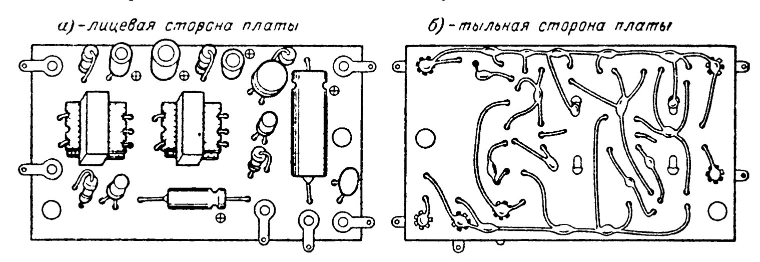


Рис. 25-5. Монтаж на лицевой и тыльной сторонах платы.

Расположение деталей на плате показано на рис. 25-5. В первую очередь на плате устанавливаются заклепки с лепестком и трансформаторы, после чего производится установка остальных деталей и соединение их между собой. Транзисторы устанавливают на плате, предварительно подрезав их выводы до 8 *мм* и следя за тем, чтобы они не касались друг друга.

Особое внимание при монтаже необходимо уделять электролитическим конденсаторам. Отметим, что оба трансформатора имеют по пять выводов, причем на той стороне, где расположены три вывода, средний не используется. Этот вывод необходимо коротко подрезать. Так как выводы всех размещенных на плате деталей про-

пущены на ее обратную сторону, монтаж на этой стороне платы оказывается довольно плотным Поэтому в тех местах, где возможно соприкосновение проводников, на них следует надеть трубочки из изолирующего материала.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВОМ

После завершения монтажа усилительного блока микрофон (громкоговоритель), реле и трансформатор следует соединить с платой. Если все соединения выполнены правильно, то в ответ на любой произнесенный в микрофон звук реле должно срабатывать и приводить в действие звонок. Если же реле не срабатывает вообще или срабатывает нерегулярно, говорить перед микрофоном необ-

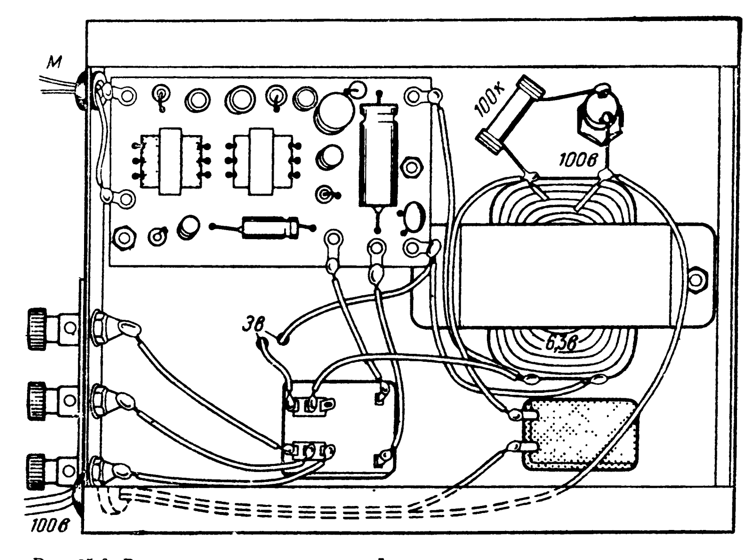


Рис. 25-6. Размещение узлов и деталей схемы в корпусе.

ходимо более громко. Кроме того, можно попытаться измерить ток реле, для чего отпаивается один из проводов, соединяющих реле с платой, и в разрыв включается миллиамперметр. Ввиду того, что рабочий ток выбранного реле составляет 12 *ма*, в режиме разговора прибор должен показывать ток не менее 10 *ма*. Если прибор показывает меньший ток, нужно немного уменьшить сопротивление резистора 30 *ком* в цепи коллектора T_2 или попробовать заменить конденсатор 30 *мкф*, включенный между базой и эмиттером T_3, а также конденсатор 1 *мкф*, параллельный обмотке реле.

По окончании наладки узлы устройства монтируются на шасси и соединяются между собой (рис. 25-6). Плата устанавливается на шасси с помощью длинных винтов диаметром 2,6 *мм*, на которые

надеваются гайки. Используемое в схеме реле имеет две группы контактов, одна из которых соединяется со звонком, а вторая — с зажимами на стенке корпуса. Провода, идущие к микрофону, припаиваются к вспомогательным контактам платы и выходят через отверстие в корпусе.

При пользовании устройством микрофон и звонок располагают дальше друг от друга с тем, чтобы микрофон не возбуждался от его звука. Кроме того, установка звонка непосредственно на шасси (рядом с реле) в некоторых случаях приводит к неустойчивой работе схемы. Поэтому его по возможности следует устанавливать отдельно. Если звук оказывается слишком раздражительным, вместо него к контактам реле можно подключить малогабаритную лампу.

Глава двадцать шестая

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ НА ДВУХ ТРАНЗИСТОРАХ, ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ПРИ ФОТОПЕЧАТИ

СХЕМА РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Как известно, время экспозиции при печатании фотокопий, т. е. время, на которое включается освещающая фотобумагу лампа, зависит от плотности негатива, сорта бумаги и некоторых других факторов. Однако в том случае, когда с одного и того же негатива печатается большое число копий, удобно пользоваться специальным реле времени, обеспечивающим постоянство экспозиции. К настоящему времени известно большое число типов механических реле, работающих по принципу часов. Реле же, которое рекомендуется

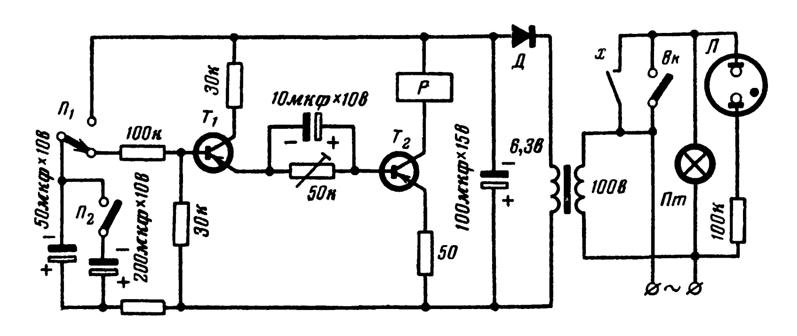


Рис. 26-1. Принципиальная схема реле времени.

в данной главе, основано на использовании транзистора; его принципиальная схема приведена на рис. 26-1.

При нажатии на ключ $П_1$ в схеме, как показано на рис. 26-2, *а*, происходит заряд конденсатора. Если после того, как конденсатор полностью зарядится, этот ключ будет возвращен в исходное положение, то конденсатор начнет разряжаться через базу транзистора T_1 по цепи, указанной на рис. 26-2, *б* стрелками.

В результате прохождения тока через базу T_1 в цепи коллектора этого транзистора также начинает проходит ток, величина которого в несколько десятков раз превышает величину тока базы. Этот ток дополнительно усиливается транзистором T_2 и приводит в действие реле, включенное в цепи коллектора T_2. Реле, срабатывая, включает контакт *X* и замыкает цепь электрической лампочки (лампочка установлена в патроне *Пт*).

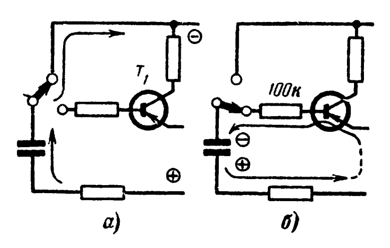


Рис. 26-2. Заряд (*а*) и разряд (*б*) конденсатора.

Разряд конденсатора, который происходит через соединенный последовательно с ним резистор, не может произойти мгновенно — для этого требуется некоторое время. В течение этого времени в цепи проходит ток, и поэтому лампа остается включенной практически до самого окончания разряда. Поскольку же время, за которое происходит разряд, пропорционально произведению емкости конденсатора на сопротивление резистора, то, регулируя какой-либо из двух указанных параметров, время экспозиции можно изменять в очень широких пределах. Если экспозиция должна быть постоянной, реле каждый раз обеспечивает включение электрической лампочки на то же время, за которое печаталась первая копия.

В предлагаемой схеме реле сопротивление резистора в цепи базы T_1, через который происходит разряд, выбрано постоянным и равным 100 *ком*, а между эмиттером T_1 и базой T_2 включен потенциометр, что позволяет регулировать время экспозиции, меняя чувствительность реле в целом. Такая схема дает возможность устанавливать любое реально необходимое время экспозиции. Однако если время экспозиции, обеспечиваемое данной схемой, все же окажется недостаточным, то в цепи заряда можно применить не один, а два конденсатора. Тогда с помощью конденсатора 50 *мкф* время экспозиции можно будет регулировать в пределах от 1 до 20 *сек*, а с помощью подключенного параллельно ему конденсатора 200 *мкф* — в пределах приблизительно от 10 до 100 *сек*. Конденсатор 200 *мкф* подключается с помощью ключа $П_2$.

НЕОБХОДИМЫЕ ДЕТАЛИ

Данное реле монтируется на металлическом шасси, внешний вид которого показан на рис. 26-3. Размеры шасси 100×130×40 *мм*. Однако использовать для установки реле можно и какой-либо другой, более удобный корпус.

Транзисторы. В схеме реле использованы один транзистор для усиления низкой частоты и один — для мощного усиления. Поскольку параметры мощного транзистора зависят от параметров реле, выбор этого транзистора производится лишь после окончательного выбора реле.

Реле. В экспериментальном варианте схемы было использовано малогабаритное реле с рабочим током и сопротивлением обмотки 635 *ом*. Поэтому напряжение источника питания должно составлять по переменному току 6,3 *в*, что соответствует приблизительно 8 *в* после выпрямления, а в качестве T_2 выбирается малогабаритный

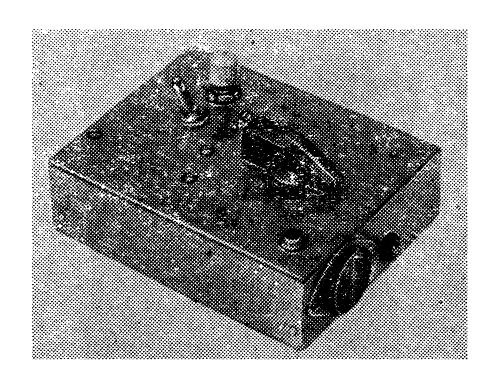


Рис. 26-3. Внешний вид реле времени.

транзистор для мощного усиления. Однако ввиду того, что контакты этого реле пропускают ток не более 0,1—0,2 *а*, то даже при параллельном соединении контактов его обеих групп мощность реле не превышает приблизительно 50 *вт*. Следовательно, нужно приобретать реле с большей площадью контактов, пропускающих, например, ток силой до 3 *а*.

Конденсаторы. Параметры конденсаторов, определяющих время экспозиции, зависят от типа используемых в схеме транзисторов и величины напряжения питания. Таким образом, эти конденсаторы подбираются опытным путем и для наладки схемы необходимо приобрести конденсаторы различных номиналов и напряжений.

Переключатели. Переключатель $П_1$ должен быть только пружинным (с отскакивающей пружиной) — в противном случае пользоваться им неудобно.

Переключатель $П_2$ и выключатель *Вк* могут быть одного и того же типа. Однако для того, чтобы в темноте их можно было бы легко отличать друг от друга, в качестве $П_2$ в экспериментальном варианте реле был использован переключатель ползункового типа, а в качестве *Вк* — тумблер. Хотя согласно схеме $П_1$ трехполюсный переключатель, а $П_2$ — двухполюсный, подходящих переключателей подобрать не удалось и вместо них были применены два шестиполюсных переключателя с запараллеленными контактами.

Необходимые детали

Транзистор 2SB-113	1
» 2SB-222	1
Реле . . . . :	1
Конденсатор 10 *мкф*×10 *в*	1
» 100 *мкф*×10 *в*	1
» 50 *мкф*×10 *в* (определяет время экспозиции)	1
Конденсатор 200 *мкф*×10 *в* (определяет время экспозиции)	1
Резистор 0,25 *вт*, 50 *ом*	1
То же 1 *ком*	1
» » 30 *ком*	2
» » 100 *ком*	1
Потенциометр (типа В)	1
Силовой трансформатор 6,3 *в*; 0,5 *а*	1
Выключатель трехполюсный кнопочного типа . .	1
» тумблер	1
» трехполюсный ползункового типа .	1
Диод . . . . : :	1
Неоновая сигнальная лампочка с резистором 100 *ком* . . . . :	1
Ручка (с указателем положения) крупногабаритная . . . . :	1
Патрон электрической лампочки на 100 *в* . . .	1
Шнур питания, вилка и т. п.	

СБОРКА УСТРОЙСТВА

Усилительный блок собирается на монтажной плате небольших размеров (57×30 *мм*). Вместе с остальными узлами реле плата устанавливается на шасси. Ввиду того, что от нее отходит довольно много различных проводников, которые должны быть соединены с реле, переключателями и т. п, в соответствующих точках платы установлены заклепки с лепестком диаметром 2 *мм*, выполняющие функции вспомогательных контактов.

Расположение деталей и электрические соединения между ними представлены на рис. 26-4. В горизонтальном положении на плате монтируется только один резистор, что позволяет избежать ненужного пересечения проводников на ее обратной стороне. В данной схеме используется малогабаритный кремниевый диод круглой формы. Однако если диод, имеющийся в распоряжении любителя, имеет существенно большие размеры, монтаж в той части платы, где устанавливается этот диод, очевидно, будет выглядеть несколько поиному. В связи с тем, что вспомогательные контакты во время припайки к ним выводов транзисторов за несколько секунд нагреваются до очень высокой температуры, эти выводы до полного их остывания следует придерживать массивным пинцетом.

Выводы конденсаторов необходимо припаивать возможно быстрее. Конденсатор 10 *мкф* припаивается непосредственно к контактам потенциометра и на плате не устанавливается.

После того, как монтаж усилительного блока будет завершен, плату закрепляют на шасси и соединяют с остальными узлами схе-

мы в соответствии с рис. 26-4. Однако в связи с тем, что некоторые резисторы и конденсаторы в дальнейшем, вероятно, придется заменять, проводники, идущие от ее вспомогательных контактов, должны быть достаточно длинными. Как уже было указано ранее, в качестве $П_1$ и $П_2$ были применены шестиполюсные переключатели, поскольку переключателей другого, более соответствующего их назначению типа в наличии не оказалось. Соответствующие контакты обеих групп в этих переключателях и реле соединены параллельно — тот факт, что одна из групп при этом эффективно не используется, значения не имеет. Что касается переключателя $П_1$, то к настоящему времени известно довольно большое число различных

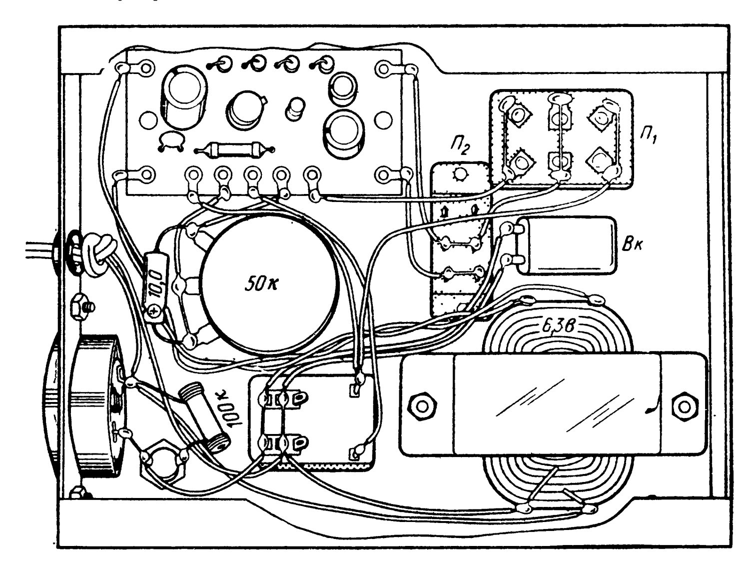


Рис. 26-4. Размещение узлов и деталей реле времени в корпусе.

типов переключателей с отскакивающей пружиной, и в данном реле может быть использован любой из них. Однако включать его надо так, чтобы нажатию на кнопку переключателя соответствовал заряд конденсатора, а отпусканию — разряд.

НАЛАДКА И ПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЛЕ

Поскольку схема реле несложна, можно ожидать, что она заработает тотчас же после подачи на нее питания, если, конечно, в монтаже не допущены ошибки. Вместе с тем, время экспозиции, обеспечиваемое данным реле, зависит от режима транзисторов, величины сопротивлений и конденсаторов и т. п., и поэтому схема требует дополнительной наладки.

Прежде чем подключать реле в сеть, переключатель $П_2$ и выключатель *Вк* необходимо перевести в положение «выключено». Если

в течение приблизительно одной секунды нажимать на кнопку $П_1$, а потом отпустить ее, то можно заметить, что после отпускания кнопки на короткое время зажигается неоновая лампочка. Поскольку патрон *Пт* включен параллельно неоновой лампочке, то при установке в нем лампы для экспозиции последняя будет загораться одновременно с неоновой.

Теперь, поставив движок потенциометра поочередно в крайнее левое и крайнее правое положения, попробуем хотя бы приблизительно оценить время, на которое при этих положениях движка зажигается лампа.

Отметим, что если время экспозиции мало, увеличить его несложно — много проще, чем добиться уменьшения слишком длительной экспозиции. В том случае, когда при крайнем левом положении движка, соответствующем самой короткой экспозиции, продолжительность включения лампы превышает 2 *сек*, необходимо уменьшить сопротивление резистора 30 *ком* в цепи базы T_1 или увеличить сопротивление резистора 50 *ом* в цепи эмиттера T_2. Кроме того, между эмиттером T_1 и общим проводом можно подключить резистор 5—10 *ком*

Если же при крайнем правом положении движка время экспозиции составляет менее 1 *сек*, это означает, что режим схемы выбран неверно. В этом случае необходимо провести регулировку, меняя сопротивление одного или другого резистора. Целью этой регулировки является собственно не увеличение времени экспозиции, а подбор правильного режима схемы Ввиду того, что после прогрева транзисторов время экспозиции несколько возрастает, окончательный выбор резисторов и конденсаторов производится лишь после нескольких циклов работы реле.

Далее, переведя переключатель $П_2$ в положение «включено», т. е. подключив параллельно емкости 50 *мкф* еще 200 *мкф*, необходимо снова проверить работоспособность схемы. Если время экспозиции не выходит из заданных пределов, по окружности ручки потенциометра наносятся градуировочные деления и плата окончательно устанавливается в корпусе.

Прежде чем приступать к практической работе с реле, необходимо обеспечить достаточный прогрев его транзисторов, для чего, установив регулятор времени экспозиции на максимум, реле заставляют несколько раз сработать В противном случае время, указанное на шкале, будет несколько отличаться от желаемого. Если время нажатия на кнопку $П_1$ при работе с укороченной шкалой (включен только конденсатор 50 *мкф*) не превышает 1 *сек*, а при работе с полной шкалой (включены конденсаторы 50 и 200 *мкф*) не превышает 3 *сек*, то конденсатор не успевает полностью зарядиться и экспозиция уже не может быть установлена правильно.

Мощность контактов используемого в схеме реле, как уже указывалось ранее, весьма невелика и не превышает 50 *вт*.

ПРИМЕЧАНИЯ

К главе первой. Способ изготовления самодельных деталей ясен из соответствующих рисунков. В качестве единственного в схеме транзистора можно применять любые отечественные транзисторы, предназначенные для усиления низких частот МП39—МП42. Диод может быть заменен любым высокочастотным диодом серий Д2—Д9. Малогабаритный телефон кристаллического типа может быть заменен кристаллическими (пьезо) телефонами в обычном исполнении.

В данном приемнике, как и в последующих, можно применить самодельную ферритовую антенну на ферритовом стержне марки 600НН и следующими данными катушек: для диапазона СВ — 70 витков провода ЛЭШО 10×0,05 (можно заменить скруткой из провода ПЭВ 0,10), катушка связи имеет шесть витков провода ПЭШО 0,12; для диапазона ДВ — четыре секции по 60 витков провода ПЭВ 0,1, катушка связи содержит 15 витков провода ПЭШО 0,12.

К главе второй. Замена полупроводниковых приборов та же, что и в гл. 1. Описанный в этой главе приемник, как и все описываемые далее, рассчитан для работы в диапазоне средних волн (530—1 605 *кгц*), поэтому при выборе данных магнитной антенны и конденсатора переменной емкости следует руководствоваться данными, приводимыми в радиолюбительской литературе и в технических руководствах к отечественным наборам радиодеталей, предназначенных для сборки радиоприемников. В качестве выходного автотрансформатора следует применить согласующий трансформатор от какого-либо отечественного малогабаритного транзисторного приемника или входящий в набор радиодеталей, включенный так, что в качестве части обмотки, расположенной по схеме ниже отвода, подсоединенного к коллектору транзистора, используется вся вторичная обмотка, а в качестве части обмотки выше отвода — первичная обмотка трансформатора.

К главе третьей. То же, что и к гл. 1 и 2.

К главе четвертой. В качестве транзистора следует применить высокочастотный транзистор типа П422, в качестве терморезистора диод типа Д7 или Д9, который необходимо подсоединить анодом к общему проводу и подобрать по необходимой величине тока коллектора транзистора Остальные замечания те же, что и к гл. 1 и 2.

К главе пятой. То же, что и к гл. 1 и 2.

К главе шестой. То же, что и к гл. 1 и 2. Вместо дросселя используется первичная обмотка трансформатора (см примечание к гл. 2).

К главе седьмой. Первый транзистор высокочастотный П422—П415, лучше П322), второй низкочастотный типа МП39—МП42. Диоды серий Д2, Д9. Высокочастотный дроссель 200 витков провода ПЭВ 0,1 *мм* на ферритовом кольце с магнитной проницаемостью 400—1 000, диаметром 7—10 *мм*, желательно в экране.

В этой главе, так же как и в дальнейшем, автор характеризует трансформаторы отношением трансформируемых сопротивлений на средней частоте усиливаемого диапазона частот (обычно 1 000 *гц*). Советским радиолюбителям более привычна другая характеристика трансформатора — коэффициент трансформации напряжения. Между обеими характеристиками существует следующая связь:

$$n = \frac{U_1}{U_2} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$$

при условии, что индуктивное сопротивление обмоток на частоте 1 000 *гц* в несколько раз (5—10) больше соответствующего подключенного к обмотке активного сопротивления (резистора). Приводимые автором характеристики удобны тем, что непосредственно позволяют судить о входных сопротивлениях транзисторов и приведенных (трансформированных) сопротивлениях нагрузок в их коллекторных цепях.

Таким образом, в данной схеме применены трансформаторы: $Тр_1$ — 4,5 : 1 и $Тр_2$ — 1 : 2. В качестве первого можно использовать согласующий трансформатор, включая в цепь базы второго транзистора всю вторичную обмотку, а в качестве выходного автотрансформатора аналогичный трансформатор, включенный в соответствии с замечанием к гл. 2. Несмотря на то, что в этом случае не будет полного соответствия трансформируемых сопротивлений, заметного ухудшения в работе приемника наблюдаться не будет.

К главе восьмой. То же, что и к гл. 1, 2 и 7. В качестве $Тр_2$ следует применить унифицированный выходной трансформатор для транзисторных приемников, у которого не использован средний вывод первичной обмотки. Сопротивление звуковой катушки динамика 6—10 *ом*. При этом естественно будет некоторое различие в выходной мощности.

К главе девятой. То же, что и к гл. 2, 4 и 7.

К главе десятой. То же, что и к гл. 4 и 7. Высокочастотный дроссель — дроссели коррекции от телевизоров «Рубин», «Рекорд» и др.

К главе одиннадцатой. Контуры и конденсатор переменной емкости (сдвоенный) следует применять от какого-либо отечественного транзисторного приемника, при этом последовательно с секцией переменного конденсатора гетеродина следует включить сопрягающий конденсатор с емкостью, равной максимальной емкости переменного конденсатора. При отсутствии на переменном конденсаторе подстроечных конденсаторов их необходимо разместить на плате дополнительно и включить в схему параллельно секциям переменного конденсатора. Из контуров гетеродина используется только средневолновый; со стержня магнитной антенны удаляется катушка входного контура длинных волн, а сам стержень при необходимости уменьшения габаритов может быть укорочен на 25—30%.

Из-за отсутствия отводов в первичных обмотках отечественных трансформаторов промежуточной частоты их следует включать полностью в коллекторные цепи соответствующих транзисторов, в

качестве которых необходимо применять транзисторы типа ГТ322, корпус которых является экраном, способствующим более стабильной работе усилителя промежуточной частоты.

Наиболее подходящим комплектом контуров для описываемых приемников является комплект контуров от приемника «Селга». Из этого комплекта в качестве трансформаторов промежуточной частоты используются: первый (от входа по схеме) — с коричневой меткой, второй — с желтой меткой, третий —с красной или с белой меткой.

В силовой части используется любой накальный трансформатор или трансформатор от маломощного сетевого лампового приемника, имеющий сетевую обмотку, рассчитанную на подключение к сети напряжением 127—220 *в*, и накальную обмотку на 6—8 *в*. Диоды выпрямителя Д7—Д226. Конденсаторы в контурах типа ПМ или керамические групп ТКЕ М47 или М75. Остальные типа КЛС, КМ, КДС или БМ, электролитические ЭМ, К53 и др. Прочие замечания аналогичны замечаниям к гл. 4 и 7.

К главе двенадцатой. Транзисторы типа МП39—МП42, в выходном каскаде лучше 1Т403. Трансформаторы: согласующий — 4,5 : 1, выходной — 5 1, со средними выводами от вторичной и первичной обмоток соответственно, сердечники из пермаллоя Ш4×4 и Ш10×10.

К главе тринадцатой. Транзисторы предварительного усилителя МП39—МП42, в выходном каскаде 1Т403 или П214В. Согласующий трансформатор — 2 : 1, выходной — 3 : 1, со средними выводами от вторичной и первичной обмоток соответственно. Сердечники — пермаллой Ш6×6 и Ш12×15.

К главе четырнадцатой. Транзисторы МП39—МП42, Tp_1— Ш4×4 1 : 30, Tp_2 Ш4×4 1 : 1, Tp_3 — Ш6×6 8 : 1. Трансформаторы Tp_2 и Tp_3 имеют средние выводы у вторичной и первичной обмоток соответственно. Громкоговоритель (он же микрофон) 0,1 ГД6.

К главам пятнадцатой, шестнадцатой и семнадцатой. Транзисторы типа МП39—МП42. Трансформаторы те же, что и к гл. 7.

К главам восемнадцатой — двадцать третьей. Фоторезистор типа ФСК-1, транзисторы МП39—МП42, о трансформаторах см. примечание к гл. 7.

К главам двадцать четвертой — двадцать шестой. Транзисторы типа МП39—МП42. «Сопрягающий» конденсатор — подстроечный конденсатор большой емкости, в качестве замены пригоден КПК-2 при емкости 10—100 или 25—200 *пф*. Низкочастотные мощные транзисторы типа 1Т403 или П214В.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

S. Okudzawa
Atarashii toranjisuta seisaku shu. Tokio, 1967

Сэйкити Окудзава

Радиолюбительские конструкции на транзисторах

Редактор Е. Б. Гумеля
Технический редактор Н. В. Сергеев
Обложка художника А. А. Иванова
Корректор С. И. Войцицкая

Сдано в набор 23/IV-1970 г. Подписано к печати 20/V-1971 г.
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2 Усл печ. л. 9,66
Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 120 000 экз. Цена 56 коп. Зак. 532

Издательство «Энергия». Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Владимирская типография Главполиграфпрома комитета по печати при Совете Министров СССР. Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Нашим читателям

Редакция массовой радиобиблиотеки извещает читателей о том, что заказывать книги МРБ рекомендуем только по плану текущего года и даже квартала, так как они расходятся очень быстро.

В магазинах научно-технической книги или в универсальных книжных магазинах, где есть отделы научно-технических книг, имеются тематические планы издательства «Энергия». В них Вы найдете план МРБ с указанием выхода книг по кварталам.

Обычно эти магазины принимают заказы в конце текущего года на следующий год, для чего надо оставить открытку.

Если там, где Вы живете, нет книжного магазина с отделом научно-технической книги, обратитесь в отделение «Книга — почтой». Отделения «Книга—почтой» имеются во всех республиканских, краевых или областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского краевого или областного центра, Книготорг, отделение «Книга — почтой».

Если нужных Вам изданий отделение «Книга — почтой» не имеет, попробуйте обратиться по адресу: Москва, Ленинский просп., 40, Дом технической книги.

Редакция МРБ

Цена 56 коп.

